

# **Impact de l'activité physique combinée à une prise en charge multidisciplinaire sur la condition physique d'adolescents obèses**

**Mémoire**

**Véronique Julien**

**Maîtrise en médecine expérimentale de l'Université Laval  
offert en extension à l'Université du Québec à Chicoutimi**

Maître ès sciences (M. Sc.)

Département des sciences de la santé  
Université du Québec à Chicoutimi  
Chicoutimi, Canada

Faculté de médecine  
Université Laval  
Québec, Canada

© Véronique Julien, 2015



## Résumé

Une corrélation inverse a été rapportée entre l'indice de masse corporelle (IMC) et la condition physique (CP). Une faible CP prédispose à un plus grand niveau de sédentarité, d'où l'importance de développer des initiatives visant à améliorer la CP d'individus obèses. L'objectif de l'étude était d'évaluer les effets d'un programme d'intervention multidisciplinaire de 16 semaines sur la capacité aérobique et les habiletés motrices d'adolescents obèses. Trente-trois adolescents obèses (19 garçons et 14 filles) âgés de 11 à 16 ans ont participé à trois séances d'entraînement en endurance par semaine lors du programme. À la fin de l'intervention, une diminution significative de l'IMC et de la circonférence de taille (CT) a été observée en plus de l'augmentation significative des habiletés motrices. Toutefois, un retour aux valeurs de références a été observé pour l'IMC et la CT suite à la période de suivi. Alors que certains acquis en ce qui concerne les habiletés motrices ont été conservés. Ces résultats indiquent qu'une intervention multidisciplinaire, incluant un programme d'exercice physique, peut avoir un effet à long terme sur les habiletés motrices.



## Summary

An inverse correlation has been reported between body mass index (BMI) and fitness. Low fitness represents a greater level of sedentariness, hence the importance of developing initiatives to improve the fitness of obese individuals. The objective of the study was to evaluate the effects of a 16-week multidisciplinary intervention program on aerobic capacity and motor skills of obese adolescents. Thirty-three obese adolescents (19 boys and 14 girls) aged from 11-16 years old participated in three sessions of endurance training per week during the program. At the end of the intervention, a significant decrease in BMI and waist circumference (WC) was observed in addition to a significant increase in motor skills. However, a return to reference values was observed for BMI and WC following the monitoring period, although some achievements regarding motor skills were preserved. These results indicate that a multidisciplinary intervention including an exercise program can have long term effects on motor skills.



# Table des matières

RÉSUMÉ .....	III
SUMMARY .....	V
TABLE DES MATIÈRES .....	VII
LISTE DES TABLEAUX .....	XI
LISTE DES FIGURES .....	XIII
LISTE DES ABRÉVIATIONS .....	XV
DÉDICACE .....	XVII
ÉPIGRAPHE .....	XIX
REMERCIEMENTS .....	XXI
INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	1
CHAPITRE 1 DÉFINITION, CLASSIFICATION ET ÉPIDÉMIOLOGIE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	5
1.1 INTRODUCTION .....	5
1.2 DÉFINITION DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	5
1.3 CLASSIFICATION DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	5
1.3.1 Mesures anthropométriques .....	6
1.3.2 Autres mesures de la composition corporelle .....	12
1.4 ÉPIDÉMIOLOGIE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	13
1.5 CONCLUSION .....	14
CHAPITRE 2 ÉTIOLOGIE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	17
2.1 INTRODUCTION .....	17
2.2 DETERMINANTS ENVIRONNEMENTAUX .....	18
2.2.1 Environnement bâti .....	18
2.2.2 Environnement socioculturel .....	19
2.2.3 Statut socio-économique .....	20
2.3 DETERMINANTS COMPORTEMENTAUX .....	20
2.3.1 Habitudes alimentaires .....	20
2.3.2 Activité physique .....	22
2.3.5 Autres habitudes de vie .....	27
2.4 DETERMINANTS BIOLOGIQUES .....	27
2.5 CONCLUSION .....	28
CHAPITRE 3 COMPLICATIONS ASSOCIÉES AU SURPOIDS ET À L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	29
3.1 INTRODUCTION .....	29
3.2 IMPLICATIONS MÉTABOLIQUES ET CARDIOVASCULAIRES .....	29
3.3 IMPLICATIONS HÉPATIQUES, RESPIRATOIRES ET ORTHOPÉDIQUES .....	30
3.4 TROUBLES PSYCHOSOCIAUX .....	30
3.5 CONSÉQUENCES À L'ÂGE ADULTE .....	31

<b>CHAPITRE 4 PRISE EN CHARGE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....</b>	<b>33</b>
4.1 INTRODUCTION.....	33
4.2 L'ACTIVITÉ PHYSIQUE DANS LA PRISE EN CHARGE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	34
4.2.1 Effets de l'activité physique dans le traitement du surpoids et de l'obésité.....	34
4.2.2 Recommandations sur la pratique d'activité physique dans le traitement du surpoids et de l'obésité .....	35
4.3 LES INTERVENTIONS MULTIDISCIPLINAIRES INTÉGRANT L'ACTIVITÉ PHYSIQUE DANS LA PRISE EN CHARGE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT .....	36
4.3.1 Effets d'une intervention multidisciplinaire sur le poids d'enfants et d'adolescents obèses .....	36
4.3.2 Effets d'une intervention multidisciplinaire sur les facteurs de risque de la MCV chez les enfants et les adolescents obèses.....	38
4.3.3 Effets d'une intervention multidisciplinaire sur la condition physique, les habiletés motrices et le niveau d'activité physique d'enfants et d'adolescents obèses.....	39
4.4 RECOMMANDATIONS CLINIQUES POUR LA PRISE EN CHARGE MULTIDISCIPLINAIRE DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT.....	42
4.5 CONCLUSION.....	43
<b>CHAPITRE 5 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES .....</b>	<b>45</b>
5.1 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES .....	45
5.1.1 Objectif principal .....	45
5.1.2 Objectifs secondaires.....	45
5.1.3 Hypothèses .....	45
<b>CHAPITRE 6 MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>47</b>
6.1 CRITÈRES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION.....	47
6.1.1 Critères d'inclusion : .....	47
6.1.2 Critères d'exclusion : .....	47
6.2 DESCRIPTION DE L'ÉTUDE.....	48
6.2.1 Phase 1 : Protocole pré-intervention .....	48
6.2.2 Phase 2 : Protocole d'intervention.....	48
6.2.3 Phase 3 : Protocole post-intervention .....	50
6.3 COLLECTE DES DONNÉES .....	52
6.3.1 Évaluation anthropométrique .....	52
6.3.2 Évaluation de la consommation maximale d'oxygène .....	54
6.3.3 Évaluation du développement moteur, de la force et de la capacité fonctionnelle .....	54
6.3.4 Évaluation du niveau d'activité physique .....	57
6.3.5 Collecte de données lors des entraînements .....	57
<b>CHAPITRE 7 RÉSULTATS.....</b>	<b>59</b>
7.1 POPULATION.....	59
7.2 ANTHROPOMÉTRIE .....	59
7.3 HABILITÉS MOTRICES.....	60
7.5 CAPACITÉ AÉROBIE MAXIMALE .....	60
7.6 CAPACITÉ FONCTIONNELLE.....	60
<b>CHAPITRE 8 DISCUSSION .....</b>	<b>65</b>
<b>CHAPITRE 9 CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>69</b>



**BIBLIOGRAPHIE .....73**  
**ANNEXE 1 .....93**



# Liste des tableaux

TABEAU 1. COMPARAISON DES VALEURS SEUILS DES COURBES DE CROISSANCE ET DE L'IMC .....	8
TABEAU 2. RECOMMANDATIONS DANS LE TRAITEMENT DE L'OBÉSITÉ DES ENFANTS ET DES ADOLESCENTS EN 1RE ET 2E LIGNE, ADAPTÉ DU GUIDE DE PRATIQUE CLINIQUE DE L'INESSS <sup>22</sup> .....	42
TABEAU 3. PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DU PROTOCOLE D'ENTRAÎNEMENT CARDIOVASCULAIRE.....	49
TABEAU 4. PRÉSENTATION DU PROTOCOLE DE RECHERCHE — PROJET AVIPA .....	51
TABEAU 5. PROTOCOLE DE LA MESURE DU $\text{VO}_2\text{MAX}$ SUR TAPIS ROULANT .....	54
TABEAU 6. ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET DE LA CONDITION PHYSIQUE DES SUJETS DU PROJET AVIPA – FILLES ET GARÇONS .....	61
TABEAU 7. ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET DE LA CONDITION PHYSIQUE DES SUJETS DU PROJET AVIPA – GARÇONS.....	62
TABEAU 8. ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET DE LA CONDITION PHYSIQUE DES SUJETS DU PROJET AVIPA – FILLES .....	63



# Liste des figures

FIGURE 1. COURBES DE PERCENTILES DE L'IMC DE L'OMS POUR LE CANADA- GARÇONS 2-19 ANS <sup>103</sup> .....	9
FIGURE 2. COURBES DE PERCENTILES DE L'IMC DE L'OMS POUR LE CANADA- FILLES 2-19 ANS <sup>104</sup> .....	10
FIGURE 3. MODÈLE HIÉRARCHIQUE DES DÉTERMINANTS DU GAIN DE POIDS. APERÇU DE LA RELATION DES DIFFÉRENTS FACTEURS INTRINSÈQUES ET EXTRINSÈQUES QUI ONT UN EFFET SUR LES FLUCTUATIONS DU POIDS CORPOREL. ADAPTÉ DE BOUCHARD ET COLL. 2007 <sup>1</sup> . .....	18
FIGURE 4. ASPECT MULTIFACTORIEL DE LA SURCHARGE PONDÉRALE CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT. APERÇU DES NOMBREUX FACTEURS QUI PEUVENT INFLUENCER LE GAIN DE POIDS CHEZ L'ENFANT. ADAPTÉE DE DAVIDSON KK, 2001 <sup>2</sup> .....	28



## Liste des abréviations

AVIPA	adolescent vivant intensément par l'activité physique
OMS	Organisation mondiale de la santé
IMC	Indice de masse corporel
MCV	Maladie cardiovasculaire
INESSS	Institut national d'excellence en santé et en services sociaux
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
OITF	<i>International Obesity Task Force</i>
Score-z	Score de l'écart-type
HCHS	<i>US National Center for Health Statistic</i>
HES	<i>Health Examination Survey</i>
HANES	<i>Health and Nutrition Examination Survey</i>
DEXA	Absorptiomètre par rayons X
IRM	Résonnance magnétique nucléaire
BIA	Impédance bioélectrique
OPC	Office de la protection du consommateur
ESCC	Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes
ECSM	Enquête canadienne sur les mesures de la santé
SCPE	Société canadienne de physiologie de l'exercice
NHLBI	<i>National Heart, Lung, and Blood Institute</i>
ASPC	Agence de la santé publique du Canada
NSF	<i>National Sleep Foundation</i>
GOALS	<i>Getting Our Active Lifestyles Started</i>
MEND	<i>Mind, Exercise, Nutrition, Do IP</i>
CSSS	Centre de santé et de services sociaux
V <sub>O2</sub> max	Consommation maximale d'oxygène





*Je dédie le fruit de mes efforts à mes enfants,  
Isaac, Alyx et Gaëlle dans l'espoir de vous voir réaliser  
vos rêves à votre tour*



*If you don't risk anything, you risk even more*  
Erica Jong



# Remerciements

La réalisation d'un projet de maîtrise et de recherche ne peut être possible sans l'appui et le soutien de plusieurs personnes, j'aimerais prendre le temps d'exprimer ma reconnaissance à ceux qui ont rendu possible mon cheminement durant mes études de deuxième cycle.

Tout d'abord, merci à ma directrice de recherche, D<sup>re</sup> Patricia Blackburn pour avoir cru en moi du début à la fin de ce projet, et ce, tout au long de mon cheminement parfois sinueux. Ton encadrement et tes encouragements m'ont permis d'apprendre et d'évoluer en tant qu'étudiante et professionnelle, je te remercie tout particulièrement pour ta disponibilité et ta compréhension inestimable lors de mon parcours.

Merci également à tous les chercheurs qui ont été impliqués dans l'élaboration de ce projet de recherche, D<sup>r</sup> Mario Leone, D<sup>re</sup> Johanne Harvey, D<sup>re</sup> Dominique Desrosiers, D<sup>re</sup> Danielle Maltais et D<sup>re</sup> Claudie Émond.

Merci spécialement à toute l'équipe du programme Vie saine et en Santé de la Clinique multidisciplinaire de l'adolescence du CSSS de Chicoutimi, particulièrement aux chercheuses et D<sup>res</sup> Johanne Harvey et Dominique Desrosiers, aux psychologues Marie-France Brodeur et Martine Gaudreault, à l'interne au doctorat en psychologie Isabelle Tremblay, à la travailleuse sociale Marise Lespérance, à la nutritionniste Jo-Annie Lapointe, aux infirmières Karen Tremblay et Vicky Tremblay ainsi qu'à tout le personnel hospitalier impliqué de près ou de loin. Votre participation en tant que professionnelles et collaboratrices au projet AVIPA (adolescent vivant intensément par l'activité physique) a été précieuse et nous a permis de bénéficier d'une équipe multidisciplinaire complète. Merci de m'avoir permis de vivre l'expérience de la multidisciplinarité dans une équipe dynamique, engagée et impliquée envers ses patients. Cette expérience en votre compagnie a été enrichissante et stimulante.

Merci à Mario Ruel, directeur du Pavillon Sportif de l'UQAC ainsi qu'à son personnel pour leur contribution en ce qui concerne les ressources matérielles et humaines. Votre support nous a permis de réaliser ce projet de recherche dans des conditions agréables.

Merci également aux stagiaires en kinésiologie, Lison Houde, Émilie Desbiens, Linda Thériault, Cynthia Tardif et Alexandre Boily. Votre participation aux entraînements et à la motivation des participants a été un atout dans la réussite du projet AVIPA.

Je tiens aussi à remercier et à souligner l'implication de chacun des participants de recherche ainsi que de leur famille. J'espère que cette expérience a été aussi enrichissante pour vous que pour moi et que vous vous servirez de cette expérience comme d'un tremplin pour votre avenir.

Un merci spécial à ma famille qui malgré tout ce que la vie nous apporte a toujours été présente pour me soutenir. Tout d'abord, merci à mes parents, Marie-Josée et Ghislain, vous m'avez appris la persévérance et l'importance de mener à terme les projets qui nous tiennent à cœur. Merci à ma sœur Mariane, qui me montre jour après jour que c'est possible de se réinventer et de créer des projets hors du commun. Merci à ma grand-maman Jeannine, la façon dont tu abordes la vie sera toujours une source d'inspiration pour moi. Merci à mon conjoint Jean-Benoit, t'avoir à mes côtés est une force inestimable, te voir réaliser tes rêves et supporter les miens est une grande source de fierté et de motivation. Finalement, à mes amours, Isaac, Alyx, et Gaëlle, merci de me donner toute cette énergie et de m'avoir partagé durant tout ce long processus.

# Introduction générale

Au cours des dernières décennies, l'incidence du surpoids et de l'obésité a pris une telle ampleur dans le monde que les divers organismes concernés, notamment l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qualifient cette réalité de pandémie<sup>3</sup>. Mondialement, la prévalence du surpoids et de l'obésité tend à augmenter depuis 1980<sup>4, 5</sup>. En effet, l'OMS soutient qu'entre 1980 et 2008, la prévalence de l'obésité dans le monde a doublé chez l'adulte<sup>6</sup>. Ces augmentations sont observées dans plusieurs pays industrialisés et en développement, et ce, dans la majorité des régions du monde<sup>3, 7-9</sup>. Au Canada, on observe que 60 % des adultes âgés de 18 ans et plus présentent un surplus pondéral<sup>10</sup>. On note également une augmentation de 10 % des cas d'obésité au Canada entre 1986-1992 et 2007-2009<sup>11</sup>. Bien que la prévalence de l'obésité au Canada en 2007-2009 était de 10 % inférieure à celle des États-Unis, la hausse observée au cours des 20 dernières années est comparable entre les deux pays<sup>11</sup>. La situation à l'échelle québécoise est similaire, bien qu'inférieure à la moyenne canadienne, où l'on rapporte que 16 % de la population adulte souffrait d'obésité en 2010<sup>12</sup>.

La situation est tout aussi alarmante chez les enfants et les adolescents. En effet, les statistiques démontrent, dans presque tous les pays pour lesquels des données sont disponibles, que la prévalence du surpoids et de l'obésité a plus que doublé au cours des dernières décennies<sup>13-15</sup>. En 2006, au niveau mondial, près de 10 % des enfants et des adolescents présentaient un surpoids dont 2 % à 3 % étaient obèses<sup>15</sup>. Cependant, des disparités importantes entre certains pays sont observées à travers le monde<sup>14-21</sup>. Entre autres, dans les dernières années, on a observé une certaine stabilisation de la prévalence du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent aux États-Unis et au Canada<sup>20</sup>. Toutefois, on note une augmentation des cas d'obésité sévère dans ce sous-groupe de la population<sup>19, 21</sup> pour ses mêmes pays.

Alors que l'embonpoint et l'obésité sont généralement bien documentés chez l'adulte, le phénomène, qui touche maintenant en grand nombre les enfants et les adolescents, demeure moins documenté. En effet, malgré une définition simple de l'obésité et des valeurs seuils clairement établies chez l'adulte, la mesure chez l'enfant et l'adolescent est beaucoup plus complexe. Pour cette raison, il n'existe pas encore de consensus entre les différents organismes internationaux relativement à une définition et à une classification optimale du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents<sup>22</sup>. Au Canada, les différents organismes préconisent l'utilisation de l'indice de masse corporelle (IMC) reporté sur les courbes de croissance de l'OMS<sup>22, 23</sup>. Selon ce document, un jeune de 5 à 19 ans est considéré comme ayant un surpoids lorsque son IMC se situe entre le 85<sup>e</sup> et le 97<sup>e</sup> percentile sur ces courbes. Alors qu'il est considéré obèse lorsque son IMC est supérieur au 97<sup>e</sup> percentile. On parle d'obésité sévère lorsque l'IMC est supérieur au 99,9<sup>e</sup> percentile<sup>22, 23</sup>.

Suite à l'augmentation de la prévalence du surpoids et de l'obésité, ces conditions sont devenues un problème majeur de santé publique pour de nombreux pays et plusieurs travaux ont été mis en œuvre afin de comprendre ce

phénomène et de mieux cerner les facteurs étiologiques et les conséquences métaboliques associées à cette condition<sup>3, 24</sup>. Au-delà des considérations esthétiques souvent associées au surplus de poids, l'intérêt pour l'obésité est en partie justifié par les associations notées entre la présence d'un excès de poids corporel et le développement de problèmes de santé majeurs. En effet, il a été démontré que le surpoids et l'obésité entraînent des répercussions importantes sur une multitude de fonctions du corps humain et représentent un facteur de risque important pour plusieurs maladies chroniques<sup>25, 26</sup>. Chez les enfants et les adolescents, la présence d'un surplus pondéral est aussi associée à une probabilité plus importante de surpoids ou d'obésité à l'âge adulte<sup>27-29</sup> ainsi qu'à l'apparition précoce de divers problèmes de santé<sup>30-33</sup>. De ce fait, il a été avancé que les enfants d'aujourd'hui seraient les premiers à avoir une espérance de vie plus courte que celle de leurs parents<sup>34</sup>. En effet, chez l'enfant, l'obésité contribue à la susceptibilité d'avoir un ou plusieurs facteurs de risque de la maladie cardiovasculaire (MCV) par rapport aux enfants qui ne présentent pas de surpoids (60 % versus 27 %, respectivement)<sup>31, 35</sup>. La présence d'obésité avant l'âge adulte est également associée à divers troubles métaboliques tels que la résistance à l'insuline<sup>22, 31, 33</sup>, le syndrome métabolique<sup>22, 33</sup>, le diabète de type 2<sup>31-33</sup>, l'hypertension artérielle<sup>22, 33</sup>, les dyslipidémies<sup>31, 32, 36</sup> et l'athérosclérose<sup>32, 36</sup>. D'autres complications ont également été observées, entre autres, l'association avec certains troubles hépatiques<sup>37</sup>, respiratoires<sup>38, 39</sup> et orthopédiques<sup>33</sup>. Au niveau psychosocial, les enfants et les adolescents obèses sont également plus à risque d'avoir une faible estime de soi et des troubles à caractère dépressifs<sup>40-42</sup>. De plus, certaines études ont démontré une association entre la présence d'un surplus de poids et de faibles performances scolaires<sup>43</sup>.

En plus de constituer un enjeu majeur de santé publique, le surpoids et l'obésité représentent un fardeau économique supplémentaire sur les différents systèmes de santé des pays touchés. En effet, on estime que le traitement du surpoids et de l'obésité ainsi que des problèmes de santé qui y sont associés représente de 2 % à 6 % des dépenses totales en santé des pays industrialisés<sup>44, 45</sup>. Ce qui représente, entre autres, un impact économique significatif sur les systèmes de santé des États-Unis et du Canada, où l'on a évalué le coût direct et indirect de l'obésité à environ 300 milliards de dollars par année<sup>46, 47</sup>.

Ainsi, même s'il a été démontré que le surpoids et l'obésité résultent de prime abord d'un déséquilibre énergétique, il existe une variété de facteurs comportementaux, environnementaux et biologiques qui jouent un rôle dans l'apparition de cette condition. Cela contribue à faire de l'obésité un problème de santé complexe. Toutefois, la pierre angulaire du traitement du surpoids et de l'obésité demeure la combinaison d'une alimentation saine et d'une augmentation du niveau d'activité physique. En ce sens, les lignes directrices canadiennes de 2006<sup>48</sup> et le document de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS)<sup>22</sup> sur la prise en charge et la prévention de l'obésité recommandent d'avoir recours à une intervention intégrée portant sur les habitudes de vie saines dans la prise en charge des personnes présentant un surpoids ou de l'obésité.



De nombreuses initiatives ont été mises en place afin de promouvoir les saines habitudes de vie et ainsi, prévenir l'apparition d'un surplus de poids chez les enfants et les adolescents<sup>49-53</sup>. Toutefois, il importe autant de développer les traitements offerts aux enfants et aux adolescents qui présentent déjà un problème de surplus pondéral. Bien que les preuves accumulées chez l'adulte démontrent plusieurs avantages d'un niveau d'activité physique suffisant dans la prévention et le traitement de l'obésité<sup>54, 55</sup>, son rôle est moins bien documenté chez les jeunes. Différentes interventions effectuées dans les écoles ont démontré qu'une réduction significative de l'IMC et du pourcentage de gras était observée suite à l'augmentation de la pratique de l'activité physique<sup>56-59</sup>. De plus, il a été démontré qu'une intensité et qu'un niveau adéquat d'activité physique semble avoir un effet important sur la prévention du gain de poids et la protection des problèmes liés à l'obésité viscérale chez l'adolescent<sup>58</sup>. Certains résultats chez l'adulte suggèrent également que l'utilisation de l'activité physique comme moyen de prévenir les problèmes de santé liés au surpoids peut avoir un effet positif sur ses conséquences, et ce, même sans perte de poids<sup>54</sup>. En plus d'avoir des effets sur le surpoids et les problèmes de santé qui lui sont associés, l'activité physique semble aussi influencer de façon positive le développement moteur ce qui favorise la participation à l'activité physique chez le jeune<sup>60, 61</sup>.

Malgré tous ces bienfaits, plusieurs recherches soulignent que l'activité physique utilisée seule comme moyen de prévention ou de traitement du surpoids est beaucoup moins efficace que la prise en charge multidisciplinaire<sup>62-65</sup>. En effet, selon l'INESSS<sup>22, 66</sup>, les interventions qui combinent deux approches ou plus (interventions nutritionnelles, activité physique et gestion des comportements) sont celles qui semblent les plus efficaces en ce qui a trait à l'efficacité à court terme (<12 mois) ou à moyen terme (12-24 mois) pour réduire l'obésité des enfants et des adolescents. De plus, elles semblent aussi efficaces pour améliorer la tension artérielle, la résistance à l'insuline, les taux de lipides sanguins et certains indicateurs de nature psychosociale<sup>22</sup>. En ce sens, différents guides de pratique préconisent également une intervention combinée, intégrant une intervention nutritionnelle, la pratique d'activité physique, la réduction des activités sédentaires et une composante de gestion du comportement<sup>67-70</sup>.

En dépit des progrès réalisés dans la compréhension, la prévention et la prise en charge de l'obésité chez les enfants et les adolescents, des recherches s'imposent afin d'optimiser la prise en charge du surpoids et de l'obésité et de diminuer la prévalence et les conséquences de ce phénomène sur la santé actuelle et future de nos jeunes. Par conséquent, nous nous sommes intéressés au rôle de l'activité physique combinée à une prise en charge multidisciplinaire sur les marqueurs anthropométriques et la condition physique d'adolescents obèses.



# **Chapitre 1 Définition, classification et épidémiologie du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent**

## **1.1 Introduction**

Le surpoids et l'obésité sont des termes couramment utilisés par les cliniciens et la population pour définir un excès de poids. À des fins médicales, ces termes font référence à un excès d'adiposité ou de tissus adipeux dans le corps, qu'on exprime généralement en quantité de tissus adipeux ou en pourcentage de masse grasse. Selon l'OMS, le surpoids et l'obésité peuvent se définir ainsi : « une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé »<sup>6</sup>. Certaines organisations et études classent même l'obésité comme étant une maladie chronique<sup>71, 72</sup>. Suivant ces définitions, on ne peut faire la différence entre surpoids et obésité puisque les deux concepts font référence à un excès de tissu adipeux et l'on suppose que cette augmentation peut affecter, de manière non absolue, la santé physique de l'individu. La difficulté réside dans l'élaboration d'une classification internationale précise du surpoids et de l'obésité basée sur des critères bien définis et des risques pour la santé. Cependant, bien qu'il existe des limites clairement établies pour classer l'obésité chez l'adulte<sup>73</sup>, il n'y a pas encore eu de consensus international pour définir et classer le surpoids ou l'obésité et les risques qui y sont associés chez les enfants et les adolescents. Ainsi, il existe plusieurs façons de classer le surpoids ou l'obésité dans ce groupe d'âge.

## **1.2 Définition du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent**

Que ce soit chez l'adulte, l'adolescent ou l'enfant, la majorité des grandes organisations internationales semblent en accord avec la définition de l'OMS<sup>6</sup>. En effet, la définition du surpoids et de l'obésité varie peu et un consensus semble se dégager selon qu'elle représente une accumulation ou un excès de gras corporel, résultant d'un déséquilibre entre l'apport et la dépense énergétique<sup>74</sup>, qui peut entraîner diverses répercussions sur la santé physique, psychologique et sociale des individus<sup>6</sup>. Malgré cet accord sur la définition, l'établissement d'une classification internationale du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent n'a toujours pu être établi.

## **1.3 Classification du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent**

Il existe plusieurs façons d'évaluer le niveau de masse grasse afin de déterminer si un enfant ou un adolescent présente un surpoids ou est obèse<sup>13, 75-81</sup>. En raison des nombreux facteurs qui modulent les changements de composition corporelle durant la croissance<sup>82, 83</sup>, il est ardu de classer l'importance du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent. En effet, la multitude de variations, au cours de la puberté, du taux de plusieurs hormones ayant des effets, entre autres, sur la croissance, sur la répartition des tissus adipeux et sur les proportions relatives d'eau, de masse musculaire, de masse grasse et d'os qui conduisent à la différenciation pubertaire propre à chaque

genre<sup>53, 84</sup>. Ainsi, le *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC)<sup>85</sup>, l'*International Obesity Task Force* (OITF)<sup>75</sup> et l'OMS<sup>86, 87</sup> recommandent l'utilisation des courbes de percentiles de l'IMC ou du score de l'écart-type (score-z) de l'IMC pour déterminer si un jeune souffre de surpoids ou d'obésité<sup>88</sup>. Au Canada, depuis 2010, c'est l'utilisation des courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS qui est préconisée<sup>23</sup>. Il existe également d'autres mesures anthropométriques (circonférence de taille, plis adipeux) qu'on ajuste pour l'âge et le sexe, mais dont les valeurs seuils ne sont pas encore établies chez les enfants et les adolescents. Ces procédures comportent aussi certaines limites chez cette clientèle<sup>21, 89</sup>. Malgré cela, nous nous sommes intéressés aux mesures anthropométriques car elles sont fréquemment utilisées afin d'estimer la prévalence du surpoids et de l'obésité, la composition corporelle et la distribution du tissu adipeux, dû à leurs procédures non invasives, leur faible coût et leur accessibilité.

Des mesures indirectes de la composition corporelle (pesée hydrostatique, pléthysmographie par déplacement d'air, absorptiométrie par rayon X et impédance bioélectrique) peuvent être aussi utilisées ainsi que des mesures de la distribution du tissu adipeux (résonance magnétique nucléaire [IRM] et tomodensitométrie), mais certaines de ces méthodes, outre leur coût élevé, sont difficilement applicables et même contre-indiquées chez l'enfant et l'adolescent et sont souvent réservées à des fins de recherche.

### 1.3.1 Mesures anthropométriques

#### 1.3.1.1 Courbes de percentiles de l'IMC

L'utilisation des courbes de percentiles de l'IMC est la technique la plus couramment utilisée pour classifier l'IMC chez les jeunes. En effet, depuis quelques années, l'IMC ajusté pour l'âge et le genre a été accepté comme une mesure valide de l'adiposité totale chez les enfants et les adolescents<sup>13</sup>, basé sur l'hypothèse que les risques de santé associés au surpoids et à l'obésité sont semblables chez l'enfant et l'adulte<sup>90</sup>. Plusieurs experts ont d'ailleurs recommandé l'utilisation de l'IMC ajusté pour l'âge et le sexe comme une mesure à préconiser pour évaluer l'obésité chez les enfants et les adolescents<sup>14, 91, 92</sup>. Cette recommandation provient du fait que cette mesure peut être obtenue facilement et permet d'identifier rapidement les individus en surpoids et obèse avec une précision acceptable puisque l'IMC exprime bien la relation entre le poids (kilogramme) et la taille élevée au carré (mètre<sup>2</sup>)<sup>93, 94</sup>. De plus, elle est fortement corrélée avec le pourcentage de masse grasse<sup>95, 96</sup>, ce qui explique pourquoi, à défaut d'avoir des valeurs cibles claires et précises pour classifier le surpoids et l'obésité chez l'enfant et l'adolescent, cette mesure est préconisée<sup>22</sup>.

Puisqu'il existe des différences dans la composition corporelle entre les garçons et les filles et parce que la quantité de masse grasse change systématiquement durant la croissance, la classification du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent doit absolument tenir compte de l'âge et du genre. Ainsi, l'IMC est reporté sur une courbe de percentiles de l'IMC qui prend en considération ces facteurs. Les courbes de percentiles de l'IMC proviennent respectivement du CDC<sup>85</sup> et de l'OMS<sup>66</sup>. Elles ont toutes deux été basées sur la distribution des IMC provenant d'un

échantillon représentatif d'enfants et d'adolescents<sup>97, 98</sup>. Le CDC a développé des courbes de percentiles de l'IMC à partir des courbes de référence du *US National Center for Health Statistic* (HCHS) basées sur des données américaines prises entre 1963 et 1994<sup>97</sup>. Elles ont été publiées en 2000 pour les garçons et les filles âgés de 2 à 20 ans<sup>71</sup> et n'ont pas été mises à jour depuis. Les courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS ont quant à elles été publiées en 2006-2007 pour les garçons et les filles âgés de 2 à 19 ans<sup>71</sup>. Elles s'appuient sur les données de l'étude multicentrique de l'OMS sur la référence de croissance de 1997-2003, l'enquête *Health Examination Survey* (HES) cycle II (6-11 ans) et III (12-17 ans) ainsi que l'enquête *Health and Nutrition Examination Survey* (HANES) cycle I (1 à 74 ans). Malgré le fait que l'échantillon utilisé soit représentatif pour le développement de chacune de ces courbes, des différences sont observées dans la classification du surpoids et de l'obésité lorsqu'on compare ces deux organismes (Tableau 1). Ainsi, les courbes de croissance du CDC<sup>85</sup> considèrent qu'un enfant ou un adolescent a un poids santé lorsque son IMC pour l'âge et le genre est <85<sup>e</sup> percentile. Selon le CDC, on dira que le jeune est en surpoids si son IMC est ≥85<sup>e</sup> percentile et qu'il est obèse si son IMC est ≥95<sup>e</sup> percentile. Lorsque l'IMC est ≥ 99<sup>e</sup> percentile, on dira que le jeune présente de l'obésité grave<sup>14, 85, 90</sup>. Les courbes de l'OMS pour les enfants et les adolescents âgés de 5 à 19 ans présentent les mêmes seuils pour le poids santé et le surpoids, mais des valeurs différentes en ce qui concerne l'obésité (>97<sup>e</sup> percentile) et l'obésité morbide (>99,9<sup>e</sup> percentile)<sup>66</sup>. En plus de cette différence, les courbes de percentiles de l'IMC du CDC ont tendance à sous-estimer la présence d'un surpoids ou de l'embonpoint chez les enfants et les adolescents si on les compare à celle de l'OMS puisque ces dernières reflètent généralement un échantillon d'enfants plus légers et plus grands<sup>99</sup>.

Les courbes de percentiles de l'IMC du CDC et de l'OMS, malgré leurs différences, permettent de situer l'enfant et l'adolescent sur une courbe de référence qui permet d'apprécier la manière dont un enfant devrait idéalement grandir et d'évaluer la progression probable de son IMC jusqu'à l'âge adulte. Elles permettent également une certaine continuité avec la classification recommandée pour les adultes<sup>75, 100</sup>, même si cette dernière fait face à certaines controverses par rapport au niveau de surpoids ou d'obésité et aux risques de santé et de mortalité qui y sont associés<sup>101</sup>. Toutefois, les seuils de surpoids (IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>) et d'obésité (IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>) sont toujours recommandés chez l'adulte âgé de plus de 18 ans par les divers organismes nationaux et internationaux<sup>91, 100</sup>.

Au Canada, l'utilisation des courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS adaptées pour le Canada est recommandée pour qualifier le poids corporel des enfants et des adolescents<sup>23, 66</sup>. Cependant, le CDC<sup>85</sup> ainsi que le Document de principes conjoint des Diététistes du Canada, de la Société canadienne de pédiatrie, du Collège des médecins de famille du Canada et des Infirmières et infirmiers en santé communautaire du Canada<sup>23</sup> considèrent que l'IMC, même reporté sur une courbe de percentiles de l'IMC, ne permet pas, à lui seul, d'établir un diagnostic de surpoids ou d'obésité<sup>66</sup>.

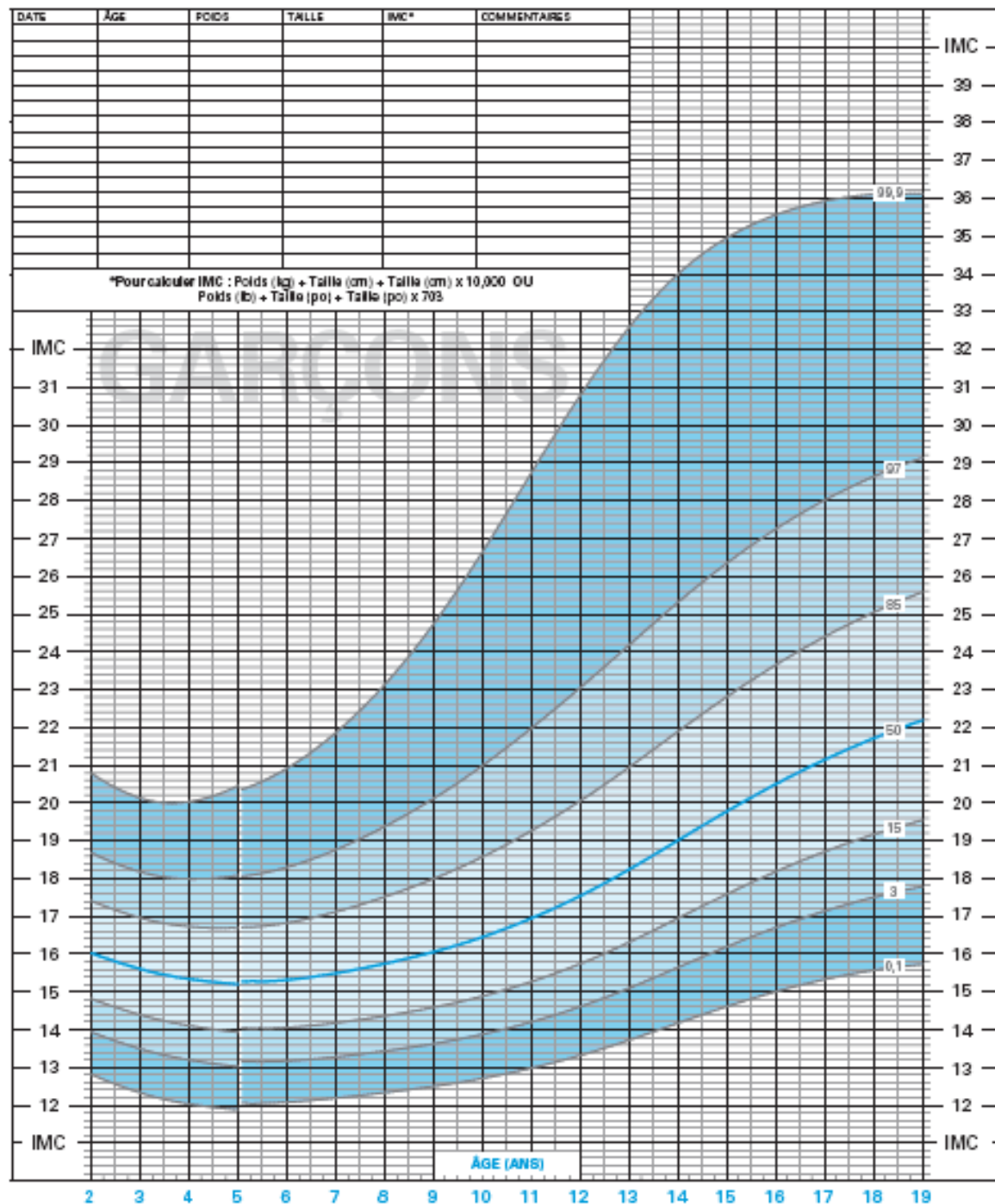
**Tableau 1. Comparaison des valeurs seuils des courbes de croissance et de l'IMC**

	Enfants		Adultes
	CDC <sup>55</sup>	OMS <sup>67</sup>	OMS <sup>102</sup>
<b>Poids normal</b>	< 85 <sup>e</sup> percentile	≤ 85 <sup>e</sup> percentile	IMC entre 18,5 et 24,9
<b>Surpoids</b>	≥ 85 <sup>e</sup> percentile	> 85 <sup>e</sup> percentile	IMC entre 25,0 et 29,9
<b>Obésité</b>	≥ 95 <sup>e</sup> percentile	> 97 <sup>e</sup> percentile	IMC ≥ 30,00
<b>Obésité sévère</b>	≥ 99 <sup>e</sup> percentile	> 99,9 <sup>e</sup> percentile	IMC > 30,00

## GARÇONS

NOM : \_\_\_\_\_

DDN : \_\_\_\_\_ DOSSIER N° \_\_\_\_\_

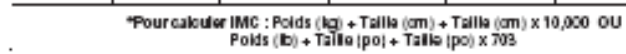


**Figure 1. Courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS pour le Canada- Garçons 2-19 ans<sup>103</sup>**

## FILLES

**NOM :** \_\_\_\_\_

DDN : \_\_\_\_\_ DOSSIER N° \_\_\_\_\_



10



### *1.3.1.2 Score-z*

Cette classification, tout comme les courbes de percentiles, utilise l'IMC ajusté pour l'âge et le genre comme une mesure valide de l'adiposité totale chez les enfants et les adolescents âgés de 2 à 18 ans<sup>13</sup>. Elle permet de situer l'IMC de l'enfant ou de l'adolescent par rapport aux autres individus du même âge et du même genre à l'aide d'une mesure d'écart à la moyenne et ainsi, d'établir des valeurs seuils pour identifier le surpoids et l'obésité dans ce sous-groupe de la population.

Ces valeurs de références ont été établies en 2000 par Cole et coll.<sup>75</sup> à l'aide de données provenant de recherches sur le développement des enfants et des adolescents âgés de 2 à 18 ans et provenant de six pays différents (Grande-Bretagne, Brésil, Hong-Kong, Pays-Bas, États-Unis et Singapour)<sup>75</sup>. Les valeurs seuils du score-z de l'IMC retenues pour définir l'embonpoint, l'obésité et l'obésité morbide ou sévère sont respectivement un écart à la moyenne de 1, de 2 et de 3<sup>23, 75, 99, 105</sup>. En plus d'être utilisé pour identifier les enfants et les adolescents qui présentent un excès pondéral, il a été démontré que le score-z permettait de prédire le risque de morbidité à l'âge adulte<sup>106, 107</sup>. Cependant, l'utilisation du score-z de l'IMC est généralement utilisée comme outil de surveillance des populations ou comme outil de recherche plutôt que de suivi de l'évolution de la croissance chez l'enfant et l'adolescent.

### *1.3.1.3 Circonférence de taille*

Il a été rapporté qu'il était important d'aller au-delà de l'IMC et d'évaluer l'excès de poids à l'aide d'autres mesures afin de bien identifier et classer la présence d'un surpoids ou d'obésité chez l'enfant et l'adolescent<sup>108</sup>. En effet, la mesure de la circonférence de taille se révèle comme étant un bon indicateur de l'adiposité abdominale et est associée à une augmentation du risque cardiovasculaire chez les adultes, les enfants et les adolescents<sup>76, 109, 110</sup>. Par rapport à l'IMC, qui fournit une bonne estimation de la quantité de tissus adipeux totale par rapport à la taille<sup>93</sup>, la mesure de la circonférence de taille est le reflet de la quantité de tissu adipeux abdominal<sup>76, 108, 111</sup>. Il a été rapporté que chez les enfants et les adolescents, la circonférence de taille serait plus efficace que l'IMC afin de prédire la résistance à l'insuline et l'hypertension ainsi que les niveaux de cholestérol et de triglycérides<sup>76, 108, 111</sup>.

Cependant, l'utilisation de la circonférence de taille est limitée chez les enfants et les adolescents puisqu'aucun consensus international ne précise les valeurs seuils au-delà desquelles on remarque une augmentation du risque. Néanmoins, certaines évidences démontrent que cette mesure devrait être utilisée chez l'enfant et l'adolescent en combinaison avec l'IMC. L'utilisation simultanée de ces deux marqueurs anthropométriques semble permettre une meilleure évaluation des risques pour la santé<sup>112</sup>.

### *1.3.1.4 Mesure des plis adipeux*

La mesure standardisée des plis adipeux est considérée comme un outil de recherche intéressant. En effet, les mesures sont non invasives et sont prédictives de la graisse corporelle totale chez l'enfant et l'adolescent (6-17 ans)

qui présente un poids normal<sup>81</sup>. Ainsi, une étude comparant la somme de 9 plis adipeux à l'absorptiomètre par rayons X (DEXA) chez 53 enfants de poids normal (<85<sup>e</sup> percentile) âgés de 11-12 ans, a identifié les plis adipeux comme un haut prédicteur de la quantité de masse grasse totale chez ses sujets<sup>113</sup>. De plus, un pourcentage de gras élevé estimé par la mesure des plis adipeux est associé à de nombreux facteurs de risque tels que des dyslipidémies, de l'hypertension artérielle, de l'hyperglycémie, de l'hyperinsulinémie<sup>35, 114-117</sup> et de l'inflammation. Cependant, lorsque la mesure des plis adipeux est utilisée afin d'identifier les individus les plus obèses, il est clairement établi qu'elle sous-estime le pourcentage de gras total<sup>80</sup>. À cet effet, une étude a comparé différentes mesures anthropométriques, chez 38 enfants et adolescents obèses, âgés de 10-14 ans, avant et après un programme d'entraînement d'une durée de 8 semaines<sup>80</sup>. Malgré l'observation, au départ, d'une forte relation entre la mesure des plis adipeux sous-cutanée et le DEXA, la réduction de la graisse totale à la fin du programme n'a pu être prédite par la mesure de ces mêmes plis cutanés<sup>80</sup>. Les chercheurs ont ainsi suggéré que les plis adipeux ont une faible valeur prédictive de la graisse abdominale totale comparée au DEXA chez les enfants et les adolescents obèses<sup>80</sup>. Ainsi, le manque de données chez les enfants et les adolescents et le risque considérable d'erreur de mesure dans ce sous-groupe de la population ne permet pas de définir des valeurs seuils de références.

### 1.3.2 Autres mesures de la composition corporelle

Il existe plusieurs autres techniques de mesure de la composition corporelle qui peuvent être directes (IRM et DEXA) ou indirectes (impédance bioélectrique [BIA], pesée hydrostatique, pléthysmographie par déplacement d'air). Cependant, ces techniques demandent trop souvent des ressources matérielles importantes et des installations difficilement reproductibles ou qui ne sont pas disponibles pour un grand public. Ainsi, ces techniques seront surtout utilisées dans un contexte de recherche.

L'IRM<sup>78</sup> est une technique d'imagerie médicale non invasive qui permet d'obtenir des informations précises sur la composition des tissus corporels d'un individu<sup>77</sup>. Cette technique nécessite un fort champ magnétique qui permet de reproduire les différents tissus du corps sous forme d'image en deux ou trois dimensions permettant entre autres, de voir la composition chimique, donc la nature, des tissus biologiques explorés. Elle permet l'évaluation de la quantité et de la distribution de masse grasse superficielle et profonde chez un individu quelque soit son adiposité<sup>77</sup>.

Le DEXA<sup>78</sup> est une méthode d'imagerie médicale basée sur la comparaison de deux types de rayons X<sup>77</sup>. L'absorption des rayons X par le corps est modulée par la quantité et la nature de la matière qu'elle traverse et cela permet d'obtenir de l'information précise relativement à la composition corporelle<sup>77</sup>. Cette technique est utilisée comme outil de référence<sup>79</sup> et de validation de plusieurs autres techniques de mesure<sup>118</sup> puisqu'elle permet de déterminer la distribution de la masse grasse de façon fiable, et ce, peu importe l'âge et l'adiposité du sujet<sup>118, 119</sup>. Elle a également l'avantage d'être moins inconfortable et plus rapide que la pesée hydrostatique<sup>79</sup>.

Le BIA<sup>78</sup> est une méthode indirecte qui permet de déterminer la composition corporelle par l'émission d'un courant électrique de faible intensité qui parcourt le corps humain. Le flux électrique pénètre aisément les tissus internes mais rencontre une résistance lorsqu'il doit traverser des tissus composés de graisse<sup>77</sup>. On donne le nom de BIA33 à cette résistance opposée par la graisse. Le BIA utilise cette différence de résistance des tissus qui permet de calculer le pourcentage de masse grasse d'un individu mais cela ne permet pas de connaître la distribution de cette masse grasse<sup>77</sup>. C'est une méthode peu coûteuse et rapide, mais moins précise que d'autres méthodes indirectes (pesée hydrostatique, pléthysmographie par déplacement d'air) et directe (DEXA). Chez le jeune sujet obèse, sa fiabilité diminue puisqu'elle a tendance à sous-évaluer la quantité de masse grasse par rapport aux résultats obtenus avec le DEXA<sup>120</sup>. Elle peut être utilisée chez l'enfant, mais son efficacité dépend du type d'équation utilisée et le risque d'erreur y est élevé<sup>121</sup>.

La pesée hydrostatique<sup>78</sup>, permet de déterminer la densité corporelle et le pourcentage de masse grasse d'un individu. Cette technique consiste à complètement submerger un sujet dans l'eau afin de mesurer le déplacement d'eau total suite à une expiration maximale. Au préalable, le sujet aura été pesé au sol. À partir des données obtenues et du principe d'Archimède associé à une série d'équations, on calcule la densité corporelle, la masse grasse et la masse maigre de l'individu à l'aide d'un ratio masse/volume<sup>79</sup>. Cependant, il n'est pas possible de connaître la distribution précise du tissu adipeux avec cette technique. C'est une méthode plus longue et inconfortable que les autres méthodes indirectes et malgré sa fiabilité chez l'adulte, la difficulté d'utiliser cette procédure avec les enfants nuit à sa validité chez ces derniers<sup>79</sup>.

La pléthysmographie par déplacement d'air<sup>78</sup> permet de calculer la composition corporelle à partir de la densité du corps (densité = masse/volume). Le test consiste à mesurer la masse d'un sujet sur une balance puis à mesurer son volume à l'aide d'un appareil de mesure par pléthysmographie qui calcule le volume d'air déplacé par le sujet<sup>77, 122</sup>. À partir de ces mesures, la composition corporelle est calculée. Plus le corps sera dense, moins il contiendra de masse grasse et vice-versa. Cependant, tout comme le BIA et la pesée hydrostatique, cette technique ne permet pas de déterminer la distribution du tissu adipeux. C'est une alternative plus simple que la pesée hydrostatique chez l'enfant et qui semble avoir des résultats comparables<sup>123, 124</sup> au DEXA (différence moyenne de pourcentage de gras corporel <2 %) et à la pesée hydrostatique (différence moyenne de pourcentage de gras corporel <1 %) en ce qui a trait à l'estimation du pourcentage de masse grasse<sup>125</sup>.

## **1.4 Épidémiologie du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent**

Les statistiques actuellement disponibles relativement à la prévalence du surpoids et de l'obésité sont basées sur des données obtenues et classifiées de multiples façons. Malgré l'utilisation de ces différentes méthodes pour classifier le surpoids et l'obésité chez les enfants et les adolescents, la majorité des statistiques disponibles à travers le monde

ont une chose en commun : elles démontrent une augmentation importante de la prévalence du surpoids et de l'obésité dans ce sous-groupe de la population<sup>13-15</sup>. À un point tel que cette problématique constitue maintenant une préoccupation de santé majeure à travers le monde<sup>13</sup>.

Au niveau mondial, il a été rapporté que le surpoids touche près de 10 % des enfants et des adolescents alors que près de 2 à 3 % d'entre eux sont obèses<sup>15</sup>. Cependant, cette tendance diffère grandement d'une région à l'autre du globe et des disparités importantes sont observées à travers le monde. En effet, la prévalence du surpoids et de l'obésité semble plus importante en Europe et en Amérique où les taux peuvent atteindre plus de 20 % alors qu'ils sont nettement inférieurs, environ 5 %, dans certaines régions comme l'Asie et l'Afrique<sup>15</sup>. Selon quelques études récentes, on aurait observé, entre autres, en France<sup>126</sup>, en Suisse<sup>127</sup>, en Suède<sup>128, 129</sup>, aux États-Unis<sup>8, 45, 130</sup> et au Canada<sup>47</sup>, une stabilisation ou une légère diminution généralement non significative de la prévalence du surpoids et de l'obésité. Cependant, on a noté une augmentation de la prévalence de l'obésité morbide ou sévère dans plusieurs de ces pays<sup>21</sup>.

Aux États-Unis, un des pays les plus touchés par les problématiques de surpoids et d'obésité chez les enfants et les adolescents, 31,7 % des enfants et des adolescents présentaient un surpoids en 2007-2008 et de ce nombre, 16,9 % étaient obèses<sup>14, 131</sup>. Alors que la prévalence avait plus que doublé depuis les 2 à 3 dernières décennies<sup>13, 132</sup>, on a remarqué un ralentissement de cette augmentation depuis quelques années. En effet, en 2003-2004, la prévalence des enfants et des adolescents ayant un surpoids ou de l'obésité était d'environ 36 % dont 13 % étaient obèses<sup>133</sup>. Ainsi, il n'y aurait pas eu d'augmentation significative de la prévalence de l'obésité ou de l'embonpoint depuis 2000 aux États-Unis<sup>20</sup>.

Au Canada, un phénomène semblable est observé alors que la prévalence du surpoids chez les enfants et les adolescents atteignait 26 %, dont 8 % d'obésité en 2004<sup>16, 17, 42, 43</sup>, ce qui représente une augmentation du double de la prévalence depuis 1978-1979<sup>17, 134</sup>. Les données recueillies entre 2007 et 2009 démontrent une probable stabilisation de la prévalence du surpoids (25,6 %) et de l'obésité (8,6 %) au Canada<sup>135, 136</sup>. Pour l'année 2004, le Québec affichait une prévalence plus faible que pour l'ensemble du Canada avec 22,6 % de surpoids et 7,1 % d'obésité<sup>18, 137</sup>.

## 1.5 Conclusion

Malgré les variations observables dans la définition du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents, certaines méthodes de classification et d'évaluation sont préconisées au Canada<sup>22</sup>. En effet, la mesure du poids et de la taille menant au calcul de l'IMC reporté sur les courbes de croissance de l'OMS pour le Canada<sup>138</sup> permet une appréciation acceptable de l'importance du surpoids chez les enfants et les adolescents<sup>22, 67</sup>. Cependant, pour avoir une évaluation complète du risque associé à l'obésité, il est primordial d'associer d'autres mesures telles que la

circonférence de taille à la mesure de l'IMC. D'autres méthodes existent également, mais comportent des obstacles importants tels que la validité chez les enfants et les adolescents, le coût et la disponibilité du matériel nécessaire. Malgré ces difficultés dans le classement du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents, les données statistiques disponibles démontrent que la prévalence a augmenté de manière importante depuis les années 1980<sup>13</sup>, et ce, dans la majorité des pays pour lesquels des données sont disponibles, qu'ils soient industrialisés ou non. Ainsi, les taux de surpoids et d'obésité présents chez les enfants et les adolescents demeurent alarmants, particulièrement ceux d'obésité morbide ou sévère<sup>19, 21</sup>, malgré une stabilisation de la prévalence observée dans certains pays<sup>135, 136</sup>.

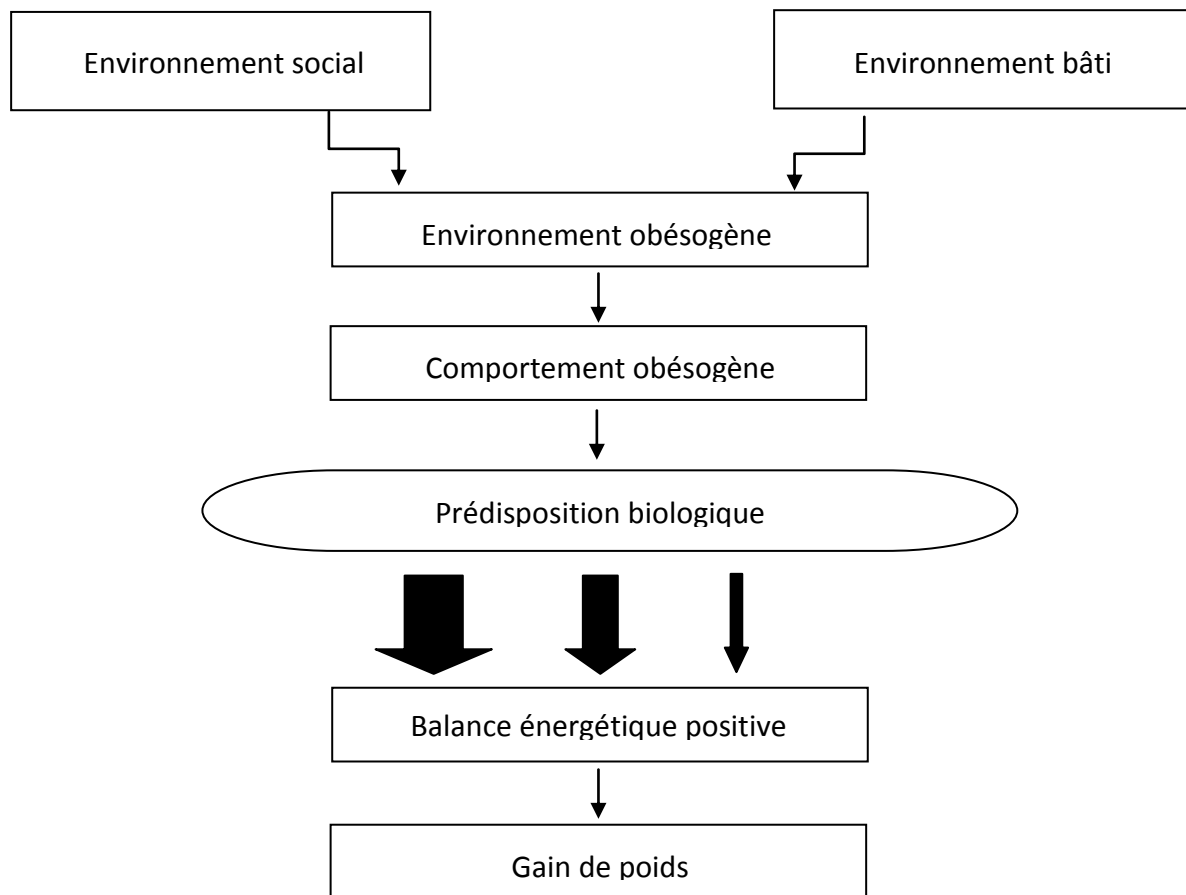


# Chapitre 2 Étiologie du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent

## 2.1 Introduction

La prévalence de plus en plus importante du surpoids et de l'obésité, et ce, autant chez les adultes que chez les enfants et les adolescents nous amène à nous questionner sur les différentes causes de ce phénomène. En dehors des variations de poids associées à la croissance ou à des pathologies, l'accumulation ou la perte de tissu adipeux résulte généralement d'un déséquilibre entre l'apport et la dépense énergétique totale d'un individu<sup>3</sup>. Selon l'OMS, il est possible que des écarts importants par rapport à l'équilibre, répétés à intervalles réguliers puissent favoriser la prise de poids, mais on pense qu'un léger écart régulier sur une longue période est également capable de se solder par une prise de poids importante<sup>3</sup>. En conséquence, il suffit d'accuser un bilan énergétique positif important ou sur une longue période pour provoquer une augmentation de notre poids corporel.

Le phénomène semble à priori très simple. Cependant, les données disponibles suggèrent que plusieurs systèmes régulent l'homéostasie énergétique<sup>3</sup>. Ainsi, la problématique de la prise de poids ne peut s'expliquer facilement puisqu'une multitude de facteurs intrinsèques et extrinsèques entre en relation les uns avec les autres et régissent les fluctuations du poids corporel. En effet, à ce jour, on peut expliquer ces variations par la présence d'un déséquilibre énergétique entraîné par la combinaison de facteurs environnementaux (environnement bâti, environnement social, statut socio-économique), comportementaux (niveau d'activité physique, habitudes alimentaires, habitudes de sommeil et autres habitudes de vie) et biologiques (génétique, épigénétique et métabolisme de base), qui entraîneront ou non un gain de poids<sup>1, 139, 140</sup> (Figure 3)



**Figure 3. Modèle hiérarchique des déterminants du gain de poids.** Aperçu de la relation des différents facteurs intrinsèques et extrinsèques qui ont un effet sur les fluctuations du poids corporel. Adapté de Bouchard et coll. 2007<sup>1</sup>.

## 2.2 Déterminants environnementaux

Les déterminants environnementaux regroupent tous les facteurs liés à ce qui entoure l'adoption de certains comportements. On appelle environnement obésogène, tous les éléments bâtis (dépendance à l'automobile, la conception des bâtiments et le manque de trottoirs sécuritaires), socioculturels (publicité, pression de consommer) et économiques qui favorisent ou entretiennent la prise de poids<sup>1</sup>. Dans un tel environnement, les individus qui présentent un ou des facteurs de vulnérabilité au surpoids ou à l'obésité sont plus à risque.

### 2.2.1 Environnement bâti

L'environnement bâti<sup>140, 141</sup>, c'est-à-dire les structures qui nous entourent, influence grandement nos habitudes alimentaires et notre niveau d'activité physique. En effet, l'accessibilité en termes de moyen et de temps à une alimentation saine, à un mode de vie actif (marche, vélo) et à des installations sportives peut grandement influencer notre capacité à faire des choix qui favorisent l'adoption de saines habitudes de vie.



Ainsi, on observe que les comportements alimentaires des enfants sont influencés par plusieurs facteurs liés à l'environnement, dont la disponibilité de la nourriture à l'intérieur et à l'extérieur de la maison<sup>141</sup>. En effet, l'augmentation de l'offre d'aliments dits prêts à manger (épiceries, restaurants, machines distributrices à collation à haute teneur énergétique et riche en matières grasses) semble influencer de façon importante la consommation de ce type de produits<sup>142</sup>.

De plus, l'omniprésence des moyens de transport inactifs (automobile, autobus, escaliers roulants, ascenseurs), la distance à parcourir pour aller à l'école et avoir accès à des infrastructures récréatives et sportives et l'absence ou l'accès souvent restreint à des lieux de promenades (parc, trottoir, piste cyclable) sont tous des facteurs liés à la présence d'un environnement obésogène qui favorisent l'adoption d'un comportement sédentaire chez les enfants et les adolescents<sup>108, 109, 140</sup>. En effet, on associe l'étalement urbain à l'adoption d'un mode de vie sédentaire qui favorise l'usage intensif de l'automobile et l'augmentation de la prévalence du surpoids<sup>140</sup>. Ainsi, la popularité de l'automobile, comme moyen de transport, au détriment de la marche et du vélo favorise un mode de vie sédentaire et réduit le niveau d'activité physique chez les enfants et les adolescents<sup>143</sup>. Cependant, il a été rapporté que les enfants et les adolescents qui ont accès à des parcs, des espaces verts et des aires récréatives s'engagent davantage dans le transport actif. Il semble aussi que la présence d'infrastructures récréatives et sportives (parcs, piscines, terrains de jeux, clubs sportifs) augmente la pratique d'activités physiques<sup>140</sup>. Cependant, même si le niveau d'activité physique augmente avec la participation à des sports organisés et à des programmes récréatifs, les problématiques de coûts, d'accessibilité et de temps affectent cependant la participation des enfants et des adolescents<sup>144, 145</sup>.

## 2.2.2 Environnement socioculturel

L'environnement socioculturel (publicité, mode de vie, culture) a grandement évolué depuis les dernières années et sa contribution à la présence d'un environnement obésogène est dorénavant non négligeable. En effet, les horaires chargés et le mode de vie des familles diminuent le temps consacré à l'achat des aliments et à la préparation des repas<sup>142, 146</sup>. De plus, l'omniprésence de publicité valorisant la consommation d'aliments à haute densité énergétique et la restauration rapide a pour effet d'accentuer la pression sociale à la consommation de ces produits et peut être liée à la pandémie d'obésité selon l'OMS<sup>139</sup>. Ainsi, on a observé que les différents acteurs de l'industrie agroalimentaire ciblent régulièrement les enfants et les adolescents dans leur publicité afin de les fidéliser à une marque et à en faire des clients futurs<sup>132</sup>. Cette publicité qui vise directement ce sous-groupe de la population, et ce, par tous les moyens possibles<sup>132</sup>, est un des facteurs environnementaux déterminants de leurs comportements alimentaires<sup>147-149</sup>. En effet, elle a des répercussions sur les choix et les préférences alimentaires et la consommation de certains types d'aliments chez les enfants et les adolescents<sup>150, 151</sup>. Dans l'optique de contrer cette publicité malsaine, l'Office de la protection du consommateur (OPC) du Québec s'est doté des articles 248 et 249 de la loi sur la protection du consommateur qui interdit la publicité destinée aux jeunes de moins de 13 ans<sup>152</sup>. Certaines publicités sont quant à elle dirigées vers la promotion de l'activité physique. À cet effet, il a été démontré que suite à

ces publicités dans les médias, on observait une amélioration de l'attitude face à l'activité physique<sup>153, 154</sup>. De plus, dans certains cas, le renforcement du message publicitaire par la mise en place d'un programme supportant ce dernier a permis d'augmenter la pratique d'activité physique<sup>155</sup>. De plus, dans cette étude il a été rapporté que la promotion de l'activité physique axée sur le plaisir et la socialisation semblait interpeller davantage les enfants et les adolescents que les messages préconisant la pratique d'activité physique pour la santé<sup>155</sup>.

Finalement, le contexte culturel et familial d'un individu peut influencer les fluctuations de son poids corporel<sup>156-160</sup>. Ainsi, le mode de préparation des aliments préconisé par certaines cultures, les réunions de famille autour de grandes quantités de nourriture et les origines d'un individu peuvent également avoir un impact sur sa prise alimentaire<sup>156-160</sup>. Le niveau d'activité physique peut aussi être influencé négativement par des modèles de comportements parentaux inactifs<sup>144</sup>.

### 2.2.3 Statut socio-économique

Certains facteurs économiques tels qu'un statut socio-économique précaire et un faible niveau d'éducation familial ont été liés, dans certaines recherches, au surpoids et à l'obésité chez l'enfant et l'adolescent<sup>134, 161, 162</sup>. Cette relation pourrait s'expliquer par le coût souvent plus élevé d'une saine alimentation par rapport à une alimentation riche en aliments transformés<sup>163</sup> ainsi qu'à l'accès rapide et facile à ce type d'alimentation<sup>134, 164</sup>. La présence d'autres raisons comme un accès limité ou un coût élevé de participation aux différentes activités physiques et sportives peuvent également avoir une incidence négative sur l'activité physique des enfants et des adolescents<sup>144</sup>. Cependant, il ne semble pas y avoir d'associations entre le statut socio-économique et l'adiposité chez les enfants et les adolescents<sup>165</sup>, et ce, malgré le fait qu'on ait observé que les enfants provenant de familles à faible revenu sont plus susceptibles de céder à des modes de vie malsains (inactivité physique et mauvaise alimentation)<sup>161, 162</sup>.

## 2.3 Déterminants comportementaux

En présence ou non de déterminants environnementaux obésogènes, un faible niveau d'activité physique et une mauvaise alimentation favorisent l'apparition du surpoids et de l'obésité. En effet, la quantité et la qualité des aliments consommés, la diminution du nombre d'heures d'activité physique par jour<sup>166</sup>, l'augmentation des activités sédentaires<sup>167</sup> et d'autres facteurs associés aux habitudes de vie telles que les habitudes de sommeil<sup>168</sup> augmentent le risque de surpoids et d'obésité chez les enfants et les adolescents.

### 2.3.1 Habitudes alimentaires

En 2004, l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) a rapporté que près de 59 % des enfants et adolescents canadiens consommaient moins de 5 légumes et fruits par jour<sup>169</sup>. De plus, on a observé que ces enfants et adolescents démontraient une plus grande susceptibilité de présenter un surpoids que ceux qui consommaient régulièrement des légumes et des fruits<sup>169</sup>. On observe également d'autres changements délétères

dans les choix alimentaires. En effet, ils consomment moins de produits laitiers et moins de produits céréaliers à grains entiers alors qu'on rapporte une augmentation de l'apport en fruits et jus de fruits, en boissons gazeuses et en collations salées. En effet, on a observé que 37 % des jeunes de 6-17 ans consomment du jus de fruit au moins 2 fois par jour et consomment au moins 1 boisson gazeuse par jour<sup>170</sup>. Ainsi, l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes de 2004 a révélé que la majorité des enfants et des adolescents de 4-17 ans ne consommaient pas une diète équilibrée par rapport au Guide alimentaire canadien pour manger sainement<sup>171</sup>.

Certaines recherches ont observé un lien entre l'habitude de sauter le déjeuner et la présence d'un IMC plus élevé<sup>172-174</sup>. En effet, elles ont démontré une augmentation du risque de présenter un surpoids chez les enfants et les adolescents qui avaient l'habitude de sauter le déjeuner, et ce, même lorsque l'apport calorique total de la journée était plus faible que chez les sujets qui déjeunent<sup>172, 173</sup>. Une étude longitudinale réalisée auprès de 693 adolescents de poids normal a également rapporté que la consommation d'un petit déjeuner était inversement associée à l'IMC et au pourcentage de masse grasse<sup>174</sup>. Certaines hypothèses permettraient d'expliquer cette tendance. En effet, prendre un déjeuner pourrait éviter le grignotage d'aliments et une meilleure gestion des portions à l'heure du dîner. De plus, l'habitude de sauter le déjeuner chez les enfants et les adolescents est parfois associée à de moins bonnes habitudes de vie (alimentation moins saine et niveau d'activité physique plus faible). Cependant, le lien entre l'IMC et la fréquence du déjeuner n'est pas toujours aussi clair et certaines études n'ont révélé aucune association significative entre ces mêmes variables<sup>175-177</sup>.

On a aussi lié la surconsommation de malbouffe à l'apparition de problèmes de santé dès l'enfance<sup>178</sup>. En effet, la grosseur des portions actuellement disponibles dans les restaurants et les épiceries, qui semble être devenues la norme, peut entraîner une consommation excessive lors des repas<sup>179</sup>. Cela est attribuable entre autres à une mauvaise perception des signaux de satiété<sup>179</sup>. L'augmentation de l'apport calorique a également été liée à une consommation importante de boissons sucrées<sup>60</sup>. À cet effet, une étude réalisée auprès de 5033 garçons et 4400 filles âgés de 10-19 ans a démontré qu'une consommation élevée de boissons gazeuses était associée à de mauvais choix alimentaires et qu'elle était étroitement corrélée avec la circonférence de taille et l'IMC chez les garçons<sup>180</sup>. Dans une autre étude d'une durée de 18 mois chez 641 enfants âgés de 4-11 ans ayant un poids normal, on a observé que l'IMC, la mesure des plis adipeux, le ratio taille hanche et la masse grasse du sous-groupe qui consommait des boissons sans sucre avaient augmenté de façon moins significative par rapport au groupe contrôle<sup>61</sup>. Cependant, dans une étude réalisée auprès de 10 038 enfants âgées de 2-18 ans de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes de 2004, aucune relation significative n'a été observée entre la consommation de boissons sucrées et/ou gazeuses et le surpoids ou l'obésité, sauf exception pour les garçons âgés de 6-11 ans<sup>181</sup>.

La présence d'autres comportements comme les compulsions alimentaires (manger pour échapper à l'ennui, à la solitude, au stress, à l'anxiété ou si la nourriture devient un moyen de se récompenser), peut également entraîner

une augmentation de l'apport énergétique<sup>182, 183</sup>. Finalement, on note que l'augmentation de l'apport énergétique peut être attribuable à une multitude de comportements délétères qui peuvent éventuellement favoriser l'augmentation du poids corporel chez les enfants et les adolescents. Cependant, il est difficile d'isoler l'effet précis de chacun des comportements alimentaires délétères puisque plusieurs études rapportent des résultats contradictoires.

### 2.3.2 Activité physique

Les recherches sur l'activité physique portent sur trois volets interdépendants, mais distincts : la sédentarité, le niveau d'activité physique et la condition physique. Il est possible d'avoir un effet sur chacune de ces composantes et chacune d'entre elles semble jouer un rôle dans l'apparition du surpoids ou de l'obésité chez les enfants et les adolescents. En effet, la présence de plus en plus importante de comportements sédentaires<sup>145</sup> et une diminution des niveaux d'activité physique<sup>184, 185</sup> influencent négativement la dépense énergétique journalière et favorisent le gain de poids<sup>100, 186, 187</sup>. De plus, une corrélation négative a été observée entre une mauvaise condition physique et certains marqueurs d'adiposité (IMC et circonférence de taille)<sup>188</sup>.

#### 2.3.2.1 Sédentarité

La sédentarité fait référence à un état où la dépense énergétique est moindre par opposition à l'activité physique. Elle ne désigne pas l'absence totale d'activité physique qu'on pourrait appeler inactivité physique, mais s'applique plutôt à un certain type d'occupations tel que demeurer assis pendant de longues périodes, regarder un écran (télévision, ordinateur et jeux vidéos), faire de la lecture, utiliser des moyens de transport inactifs (voiture, autobus), etc<sup>136</sup>. À la lumière de cette définition, on a observé que les enfants et les adolescents présentent des taux de sédentarité de plus en plus alarmants. En effet, selon l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) de 2007 à 2009, les enfants et les adolescents ont des comportements sédentaires en moyenne 8,6 heures par jour, ce qui représente 62 % de leur temps d'éveil total<sup>167</sup>. On peut attribuer la présence de ses comportements sédentaires entre autres à l'apparition de la télévision, des jeux vidéos, des ordinateurs, des téléphones cellulaires, le phénomène des réseaux sociaux, et les nombreux divertissements faisant appel aux nouvelles technologies qui encouragent toutes l'adoption d'un mode de vie sédentaire<sup>189</sup>. En plus de cette augmentation des comportements sédentaires, on a observé, au Canada, que seulement 19 % des enfants et adolescents respectent les directives de la Société canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE), qui limite le temps de loisir passé devant l'écran à un maximum de 2 h par jour afin de favoriser la santé<sup>190</sup>. La situation est préoccupante puisqu'on associe un temps d'écran élevé à la probabilité plus importante d'obésité chez les enfants<sup>17, 191</sup>. De plus, on reconnaît que l'inactivité physique prédispose au surpoids, à l'obésité et à l'apparition de maladies chroniques, et ce, autant chez l'adulte que chez l'enfant et l'adolescent<sup>100</sup>. Ses observations sont alarmantes puisque l'adhérence et le temps consacré à des comportements sédentaires durant l'enfance augmentent avec l'âge<sup>167, 192</sup> et que ses derniers sont associés à l'obésité et aux maladies métaboliques indépendamment de la pratique d'activité physique<sup>190, 193, 194</sup>.

Le temps passé devant l'écran de télévision semble être un des comportements les plus liés au surpoids et à l'obésité. En effet, on a observé que la susceptibilité d'avoir un surpoids ou de l'obésité augmente chez les enfants dont le temps d'écran est supérieur à 2 heures par jour comparé à ceux dont le temps d'écran est de 1 heure ou moins par jour<sup>17</sup>. Cette relation pourrait s'expliquer, entre autres, par l'augmentation de l'apport énergétique et le choix d'aliments à haute densité énergétique favorisée par les nombreuses publicités<sup>151</sup>. De plus, plusieurs études ont mis en évidence que la durée du temps d'écran a un effet sur l'apparition du surpoids chez les enfants et les adolescents<sup>195-198</sup>.

L'augmentation de la sédentarité peut également être attribuable à la diminution du transport actif, au temps passé à l'école et au temps accordé aux activités extérieures<sup>199</sup>. En effet, au Canada en 2010, 62 % des enfants et des adolescents de 5 à 17 ans utilisent un moyen de transport inactif pour aller à l'école, alors que 14 % combinent le transport actif et inactif<sup>200</sup>, seule la balance de ses étudiants utilise le transport actif uniquement. De plus, le temps consacré à l'activité physique à l'école a été progressivement diminué par la réduction du temps accordé aux cours d'éducation physique. Cela, malgré le fait que cette matière ne nuise pas aux résultats scolaires, mais aurait plutôt tendance à les améliorer<sup>201, 202</sup>. Elle aurait également des effets bénéfiques sur la condition physique des enfants et des adolescents par le développement des différentes compétences physiques<sup>145</sup>.

Ainsi, le *National Heart, Lung, and Blood Institute* (NHLBI) identifie chez l'enfant, le passage d'un mode de vie actif à inactif ou, chez l'adolescent, l'adhérence à un mode de vie généralement inactif comme étant un facteur de risque de développer un surpoids ou de l'obésité<sup>100</sup>. En effet, il existe une relation importante entre la sédentarité et l'obésité dans ce sous-groupe de la population<sup>203</sup>. Ainsi, on associe la présence de comportements sédentaires à une diminution du niveau d'activité physique et à une augmentation de l'IMC et de l'adiposité<sup>203</sup>. De plus, les enfants et les adolescents sédentaires font face à un risque plus élevé de problèmes néfastes pour la santé physique et psychologique qui peuvent affecter négativement leur croissance et leur développement, et ce, peu importe leur niveau d'activité physique<sup>204, 205</sup>.

### **2.3.2.2 Activité physique**

Selon la SCPE, l'activité physique est associée à tous mouvements corporels produits à l'aide d'énergie par les muscles squelettiques et qui induisent une augmentation du rythme cardiaque et de la respiration<sup>206</sup>. L'activité physique est décrite à l'aide de type (jeux actifs, sports, activités de conditionnement physique et transports actifs), d'intensité (légère, modérée ou vigoureuse) et de quantité (temps consacré à l'activité). Par l'entremise des Directives canadiennes en matière d'activité physique et en matière de comportement sédentaire, la SCPE et l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC), recommandent que les enfants (5-11 ans) et les adolescents (12-17 ans) devraient faire chaque jour au moins 60 minutes d'activité physique d'intensité modérée à élevée, dont des activités d'intensité élevée et des activités de renforcement musculaire et osseux au moins trois jours par semaine<sup>206</sup>.

Cependant, au Canada, en 2007-2009, les enfants et les adolescents consacraient la majorité de leurs heures d'éveils journalières à des activités sédentaires ou d'intensités légères<sup>167</sup>. En effet, en plus des 8,6 h consacrées à une activité sédentaire, « quatre heures par jour sont consacrées à une activité physique d'intensité légère »<sup>167</sup>. Ainsi, seulement 7 % d'entre eux pratiquaient au moins 60 minutes d'activité physique modérée à vigoureuse six jours ou plus par semaine<sup>167</sup>. Des études ont également permis d'observer que parallèlement avec l'augmentation des niveaux de sédentarité chez les enfants et les adolescents, on observe une diminution des niveaux d'activité physique<sup>184, 185</sup>. En effet, selon l'OMS, seulement 4 enfants sur 10 font suffisamment d'activité physique chaque jour<sup>165</sup>. Cette faible prévalence de la pratique régulière d'activité physique est inquiétante puisqu'on sait que cette dernière a de nombreux effets bénéfiques sur la santé globale<sup>207, 208</sup>, et ce, sans évidence de préjudices chez les enfants et les adolescents normaux<sup>100</sup>.

Les bienfaits chez les enfants et les adolescents qui ont un niveau suffisant d'activité physique sont largement documentés<sup>209, 210</sup>. En effet, elle permet d'améliorer plusieurs composantes de la condition physique telles que les habiletés motrices, la force, la flexibilité, l'aptitude cardiorespiratoire, l'équilibre, l'agilité et la coordination<sup>210, 211</sup> qui peuvent à leur tour influencer la pratique d'activité physique. De plus, l'activité physique peut avoir des effets positifs sur le bien-être psychologique, les compétences sociales, les habiletés cognitives, la réussite scolaire et l'adoption de saines habitudes de vie (habitudes alimentaires, qualité du sommeil, activité physique à l'âge adulte, réduction du tabagisme)<sup>207, 212-214</sup>. Ainsi, un niveau d'activité physique élevé durant l'enfance et l'adolescence est associé à un niveau élevé d'activité physique à l'âge adulte<sup>215, 216</sup>.

De plus, on a observé que la participation régulière à une activité physique est inversement associée au niveau d'obésité et à l'apparition de facteurs de risque cardiovasculaires chez les enfants et les adolescents<sup>208, 217-220</sup>. Un niveau élevé d'activité physique peut être considéré comme un facteur de protection contre l'augmentation du poids corporel et de la masse grasse chez l'enfant et l'adolescent<sup>187</sup>. En ce sens, on a observé les données longitudinales de suivi de l'activité et de mesures anthropométriques de 103 enfants provenant de l'étude de Framingham d'une durée de 8 ans<sup>186</sup>. Une variation plus faible de l'IMC et des plis adipeux a été observée chez les enfants qui ont la pratique d'activité physique quotidienne moyenne la plus élevée<sup>186</sup>. Malgré le fait que certaines études soutiennent qu'un niveau suffisant d'activité physique est inversement associé au surpoids et à l'obésité chez les enfants et les adolescents<sup>186, 187</sup>, il est impossible de démontrer avec certitude qu'un faible niveau d'activité physique est un des facteurs de risque indépendant associé à l'augmentation du surpoids et de l'obésité<sup>221-224</sup>.

### **2.3.2.3 Condition physique**

À l'échelle mondiale, on a observé une diminution de la capacité aérobie chez la clientèle pédiatrique<sup>225, 226</sup>. Au Canada, simultanément à l'augmentation de la sédentarité et à la diminution des niveaux d'activité physique, on observe depuis les 30 dernières années une diminution considérable de la condition physique des enfants et des adolescents canadiens alors qu'ils présentent une adiposité de plus en plus élevée<sup>188, 227</sup>. Selon Shields et coll., « il

est probable que, lorsque ces Canadiens de 11 à 14 ans atteindront l'âge adulte, leur profil de condition physique soit moins bon que celui des adultes actuels »<sup>227</sup>. Ses enfants en surpoids ou obèses ont donc une condition physique plus faible que les enfants de poids normaux<sup>228, 229</sup>.

Cette diminution de la condition physique semble avoir un rôle à jouer dans l'apparition d'un surplus de poids ou de l'embonpoint chez l'enfant et l'adolescent puisqu'elle est associée négativement avec la composition corporelle et l'activité physique chez l'enfant<sup>230</sup>. En effet, une bonne condition physique (cardiorespiratoire et musculaire) a été associée à une meilleure composition corporelle et à une réduction du gain de poids chez les enfants et les adolescents<sup>229, 231-236</sup>. Il a d'ailleurs été rapporté que les jeunes qui présentent un poids normal performant plus lors des évaluations de la condition physique (cardiovasculaire et musculaire) que ceux caractérisés par un surpoids ou de l'obésité<sup>237</sup>. Il semble aussi que les changements observés dans la condition cardiorespiratoire et la force musculaire au cours de l'enfance et de l'adolescence expliquent jusqu'à 15 % de la variabilité du tissu adipeux viscéral et total à l'adolescence<sup>217</sup>. Certaines études ont également démontré une relation inversement proportionnelle entre la condition cardiorespiratoire et la composition corporelle, l'adiposité totale, la vitesse du gain de graisse corporelle, la circonférence de taille et la quantité de tissu adipeux viscéral<sup>238, 239</sup>. Il a même été avancé qu'une bonne condition cardiorespiratoire pourrait protéger les garçons en surpoids contre une augmentation de l'adiposité<sup>240</sup>.

Ainsi, il est indéniable que l'activité physique (sédentarité, niveau d'activité physique et condition physique) a un effet non seulement sur la dépense énergétique journalière totale, mais également sur d'autres facteurs qui influencent la prise de poids et la santé globale chez les enfants et les adolescents. Malgré le besoin de données supplémentaires, on peut comprendre à ce jour que la sédentarité favorise le gain de poids et diminue le temps disponible pour les activités physiques. Parallèlement, la diminution de la participation à des activités physiques (sportives ou récréatives) a un effet potentiel sur la diminution de la condition physique. Cependant, un niveau (intensité, durée) adéquat d'activité physique peut être un facteur protecteur contre le gain de poids et permet d'améliorer la condition physique générale. Finalement, il existe une association négative entre la condition physique et différents indicateurs de prise de poids corporelle ce qui laisse penser qu'une bonne condition cardiorespiratoire et musculaire peut réduire le gain de poids et le développement de l'obésité chez les enfants et les adolescents.

#### *2.3.2.4 Habiletés motrices*

Les habiletés motrices constituent les assises du mouvement humain et des habiletés sportives. Elles représentent l'aptitude à bien exécuter un mouvement ou une séquence de mouvements coordonnée afin d'accomplir une tâche simple ou complexe<sup>241</sup>. Elles sont essentielles au développement global, ont des bienfaits sur une multitude de dimensions (physique, sociale, affective et cognitive)<sup>242</sup> et permettent de développer d'autres habiletés essentielles telles que la concentration, et certains prérequis à l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et des mathématiques<sup>243, 244</sup>. Les habiletés motrices ne sont pas innées, elles s'acquièrent durant l'enfance (2-9 ans) et

s'étendent sur plusieurs années (principalement avant l'âge de 12-13 ans)<sup>245</sup>. On associe cette progression au nombre et à la qualité des expériences motrices rencontrées par l'enfant, et ce, principalement durant la période prépubère. Il est tout de même possible d'améliorer ses habiletés motrices après cette période charnière, mais les gains sont beaucoup moins importants après l'adolescence.

Les habiletés motrices englobent la motricité globale (marcher, courir, sauter, lancer, etc.) et la motricité fine (manipuler un crayon, utiliser des ustensiles, etc.). Lors de la pratique d'activité physique, ce sont les habiletés motrices globales qui sont le plus souvent mobilisées. Le développement des habiletés motrices globales comporte cinq déterminants principaux : la vitesse segmentaire, l'agilité, l'équilibre, le temps de réaction et la coordination. La vitesse segmentaire représente l'habileté à effectuer des gestes segmentaires nécessitant des mouvements dans toutes les directions (flexion, extension, rotation, abduction et adduction), et ce, le plus rapidement possible. L'agilité est l'habileté à bouger son corps en partie ou en entier lors de changements de direction rapide et précis. L'équilibre, statique ou dynamique, est l'habileté à maintenir son corps en position droite. Le temps de réaction est l'habileté à répondre le plus vite possible suite à un stimulus extérieur. Alors que la coordination est l'habileté à réaliser des mouvements complexes de façon harmonieuse et simultanée.<sup>246</sup>

On a observé que l'engagement dans les activités de la vie quotidienne et les activités physiques exige que les enfants maîtrisent différentes habiletés motrices autant globales que fines<sup>247-249</sup>. Les enfants et les adolescents qui possèdent de bonnes habiletés motrices sont généralement en meilleure condition physique, et pratiquent plus régulièrement des activités physiques et sportives que les enfants qui ont de faibles habiletés motrices. De plus, les enfants ayant de meilleures habiletés motrices<sup>250, 251</sup> semblent éprouver plus de facilité à participer à différentes activités physiques que les enfants qui démontrent de faibles compétences motrices préférant les activités sédentaires<sup>252</sup>. Ainsi, les habiletés motrices démontrées durant l'enfance seraient prédictives d'un mode de vie actif et favoriseraient la continuité de ce mode de vie chez l'adolescent<sup>248</sup> et l'adulte<sup>248, 253, 254</sup>. À l'inverse, de faibles habiletés motrices peuvent contribuer à la diminution de la pratique de l'activité physique<sup>251</sup> et à une faible condition physique à l'adolescence<sup>251, 255</sup> et à l'âge adulte<sup>253</sup>. Les habiletés motrices sont ainsi reconnues comme un déterminant important de la pratique d'activité physique<sup>201, 202, 248</sup>.

Outre les bienfaits de l'acquisition des habiletés motrices sur la pratique d'activité physique et la condition physique, on a observé une relation entre celles-ci et la présence de surpoids et d'obésité chez les enfants et les adolescents. En effet, de faibles habiletés motrices augmenteraient le risque de développer un surpoids ou de l'obésité<sup>229, 256, 257</sup>. Une étude sur 4363 enfants et adolescents souligne également une corrélation entre de faibles habiletés motrices<sup>229</sup> et un IMC et un tour de taille plus élevé que ceux qui avaient de bonnes habiletés motrices<sup>256</sup>. Une autre étude chez les enfants, les adolescents et les adultes a observé que ceux qui présentaient de faibles habiletés motrices<sup>258, 259</sup> avaient un IMC plus élevé que ceux qui présentaient de bonnes habiletés motrices. De plus, certaines études



comparant les habiletés motrices d'enfants en surpoids ou obèses à un échantillon normatif ont aussi observé que ses enfants présentaient de plus faibles habiletés motrices. Elle souligne également que l'amélioration de ses habiletés pourrait améliorer la capacité de ses enfants à participer à différentes activités physiques<sup>259</sup>. Il est cependant difficile de déterminer si ce sont les habiletés motrices qui favorisent la pratique d'activité physique ou si c'est plutôt la situation inverse qui se produit<sup>207, 260</sup>. Ainsi, un nombre croissant de preuves a démontré qu'un surplus de poids peut compromettre le développement de certaines habiletés motrices globales chez les enfants<sup>229, 260-263</sup>. Graf et coll.<sup>260</sup> ont démontré une relation inversement proportionnelle entre l'IMC et le développement des habiletés motrices globales chez les enfants en surpoids ou obèses par rapport aux enfants de poids normaux. De plus, D'Hont et coll.<sup>263</sup>, ont observé que les enfants en surpoids ou obèses démontrent des habiletés motrices plus faibles que la normale.

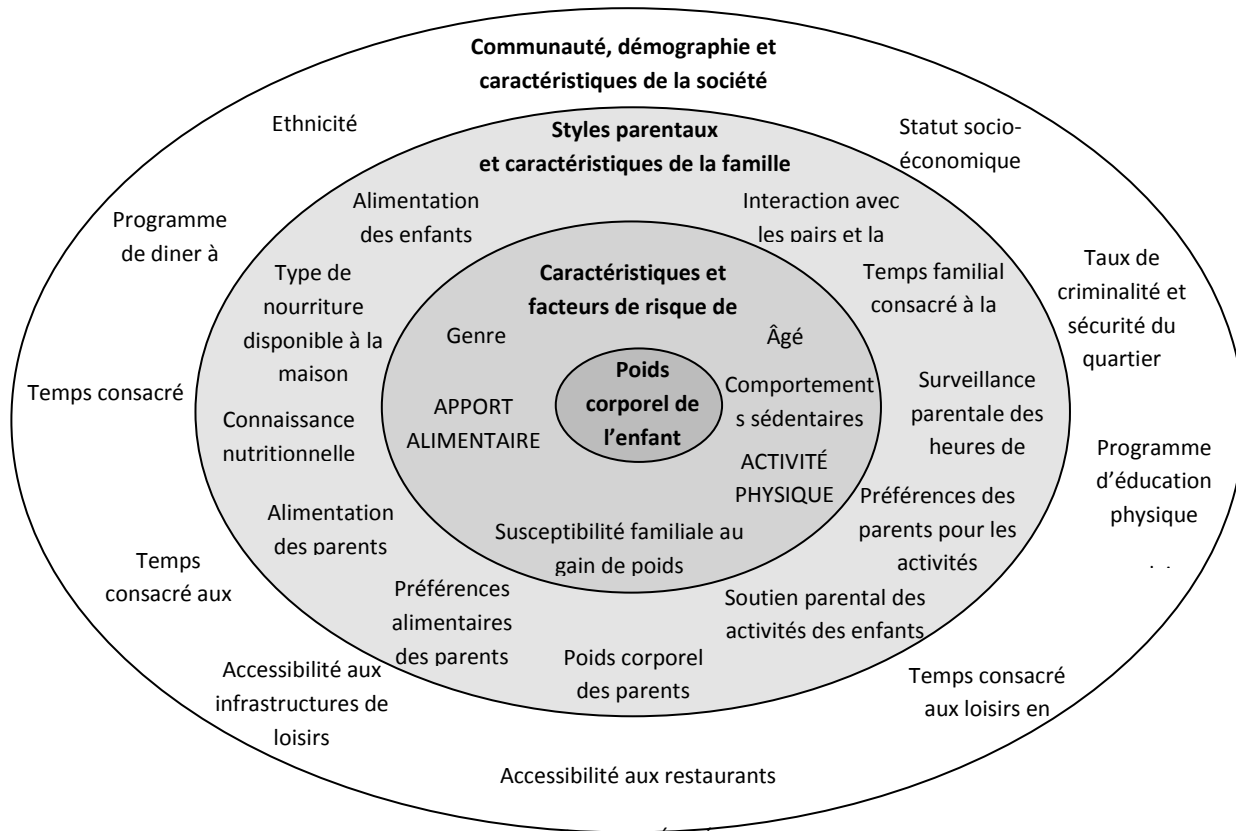
### 2.3.5 Autres habitudes de vie

D'autres facteurs associés aux habitudes de vie sont également à l'étude puisqu'ils peuvent avoir un effet dans la modulation du poids corporel. Par exemple, on a observé que les habitudes de sommeil pourraient avoir un lien avec la prise de poids corporel chez l'adulte<sup>264</sup> mais aussi chez l'enfant et l'adolescent<sup>168, 265</sup>. En effet, un sommeil insuffisant est un facteur de risque connu d'obésité chez les enfants et les adolescents<sup>168, 266</sup>. Selon le *National Sleep Foundation* (NSF), les besoins en sommeil des enfants (5-10 ans) sont de 10-11 heures par nuit alors que ceux des adolescents (10-17 ans) sont de 8,5-9,25 heures<sup>267</sup>. Les enfants qui dorment moins de 10 heures par jour seraient donc plus susceptibles de développer un problème de surpoids ou d'obésité<sup>168</sup>, d'où l'importance de favoriser de bonnes habitudes de sommeil dès l'enfance.

## 2.4 Déterminants biologiques

Certains déterminants biologiques influencent également l'apport et la dépense énergétique chez un individu. En effet, la présence du surpoids et de l'obésité souvent observée chez les membres d'une même famille permet de supposer une cause génétique. Cependant, outre la génétique, les membres d'une même famille partagent généralement les mêmes habitudes de vie qu'elles soient saines ou non, ce qui rend difficile la découverte d'un lien clair entre l'obésité et les gènes hérités. Néanmoins, la concordance du poids corporel chez les jumeaux monozygotes, les différences individuelles dans la prédisposition à prendre du poids et la découverte de plusieurs gènes associés de près ou de loin à la présence du surpoids et de l'obésité démontre l'existence certaine d'une dimension génétique<sup>1, 268</sup>. Ces gènes ne seraient pas directement responsables de la pandémie d'obésité, mais augmenteraient le risque d'obésité dans un contexte d'environnement obésogène, ce qui pourrait expliquer la progression si rapide de l'obésité dans le temps<sup>269</sup>. De plus, certaines études avancent que des expositions répétées à des périodes de famine au cours de notre histoire pourraient avoir favorisé la présence d'un génotype ou de voies biologiques prédisposant au gain de poids<sup>1</sup>. Ces hypothèses sont toutefois difficiles à vérifier. Ainsi, l'hypothèse de la

prédisposition génétique au gain de poids pourrait être attribuable à une combinaison de différences biologiques individuelles entraînées par une combinaison de plusieurs gènes et favorisées par la présence d'un environnement et de comportements obésogènes comme l'illustre la figure 4.



**Figure 4. Aspect multifactoriel de la surcharge pondérale chez l'enfant et l'adolescent.** Aperçu des nombreux facteurs qui peuvent influencer le gain de poids chez l'enfant. Adaptée de Davidson KK, 2001<sup>2</sup>.

## 2.5 Conclusion

Finalement, il faut noter que l'obésité est causée par un ensemble de facteurs. Cependant, les principales causes semblent être l'apport calorique excessif, des schèmes de comportements sédentaires, un niveau d'activité physique insuffisant et le manque d'exercice<sup>22</sup>. Il semble aussi que son apparition si rapide puisse s'expliquer par une inadaptation du corps humain face à son milieu.

# Chapitre 3 Complications associées au surpoids et à l'obésité chez l'enfant et l'adolescent

## 3.1 Introduction

La présence d'un surplus pondéral chez les enfants et les adolescents est associée à une probabilité plus importante de surpoids ou d'obésité à l'âge adulte<sup>27-29</sup> ainsi qu'à l'apparition précoce de divers problèmes de santé<sup>63, 211</sup>. Dorénavant, une multitude de problèmes de santé qu'on croyait liés à l'obésité chez l'adulte seulement font une apparition précoce chez les enfants et les adolescents obèses<sup>32, 270</sup>. De ce fait, il a été avancé que les enfants d'aujourd'hui seraient les premiers à avoir une espérance de vie plus courte que celle de leurs parents<sup>34</sup>. En effet, chez l'enfant, l'obésité contribue à la susceptibilité d'avoir un ou plusieurs facteurs de risque de la MCV contrairement aux enfants qui ne présentent pas de surpoids (60 % versus 27 %)<sup>31, 33, 35, 271</sup>. D'autres complications ont également été observées telles que des troubles hépatiques<sup>37</sup>, respiratoires<sup>38, 39</sup> et orthopédiques<sup>33, 271</sup>. Au niveau psychosocial, les enfants et les adolescents obèses sont plus à risque d'avoir une faible estime de soi et des troubles de dépression<sup>40-42, 271</sup>. De plus, certaines études ont démontré une association entre la présence d'un surplus de poids et de faibles performances scolaires<sup>43</sup>. Non seulement la présence d'un surplus de poids ou d'obésité affecte directement les enfants et les adolescents, mais ceux-ci auront également à faire face, tôt ou tard, aux risques associés à l'obésité.

## 3.2 Implications métaboliques et cardiovasculaires

Lorsqu'on compare les enfants et les adolescents ayant un poids santé à ceux qui présentent un surpoids ou de l'obésité, ces derniers font face à une prévalence accrue de nombreux facteurs de risque de la MCV<sup>22</sup>. En effet, le syndrome métabolique, la résistance à l'insuline, le diabète de type 2, l'hypertension artérielle, les dyslipidémies et l'athérosclérose font partie des nombreuses complications auxquelles peut faire face un enfant ou un adolescent obèse, et ce, avant même d'atteindre l'âge adulte<sup>31-33, 272</sup>. De plus, plusieurs études ont rapporté des altérations du profil lipidique chez les jeunes obèses telles qu'une réduction du cholestérol HDL et une augmentation des triglycérides et du cholestérol LDL<sup>273, 274</sup>.

Malgré l'absence d'un consensus quant à la définition du syndrome métabolique chez les enfants et les adolescents, on estime que plus du tiers de ceux qui présentent un surplus pondéral en sont atteint<sup>272, 275, 276</sup>. De plus, comparé aux enfants et adolescents de poids normal, on a observé une augmentation du nombre de facteurs de risques liés au syndrome métabolique chez ceux qui présentaient de l'obésité<sup>272, 277</sup>. En ce qui concerne la résistance à l'insuline, le diabète de type 2, l'hypertension artérielle et les dyslipidémies, il a été rapporté que le risque de présenter l'une de ces conditions était aussi plus élevé chez les enfants et les adolescents obèses<sup>31, 32, 36</sup>. Finalement, l'obésité a aussi été associée à une progression plus rapide de l'athérosclérose<sup>32, 36</sup> et à une dysfonction endothéliale<sup>278</sup>.

Selon certaines études, l'activité physique peut se révéler efficace pour réduire le risque cardiométabolique<sup>190, 191, 279</sup>. En effet, Andersen et coll.<sup>190, 191</sup>, ont démontré que la condition physique et une faible capacité cardiorespiratoire étaient indépendamment associées aux facteurs de risque de la MCV chez les adolescents de 9-15 ans. Une autre étude a observé les effets d'un entraînement aérobique par intervalle d'une durée de 3 mois comparativement à une approche multidisciplinaire (activité physique, nutrition et approche comportementale) d'une durée de 12 mois sur les facteurs de risque de la MCV de 54 adolescents en surpoids et obèses. Après 3 mois d'entraînement et 12 mois de suivi, il semble que l'entraînement aérobique par intervalle soit plus efficace que l'approche multidisciplinaire pour améliorer le profil de risque de la MCV chez les adolescents obèses<sup>279</sup>. Andersen et coll.<sup>280</sup> ont toutefois souligné que pour diminuer les facteurs de risque de la MCV, les niveaux d'activité physique devraient être plus élevés que les normes internationales actuellement en vigueur.

### **3.3 Implications hépatiques, respiratoires et orthopédiques**

La présence de surpoids et d'obésité chez les enfants et les adolescents a également été associée à la présence d'affections hépatiques (stéatose hépatique)<sup>37</sup>, respiratoires (apnée du sommeil, asthme)<sup>38, 39</sup>, et orthopédiques (principalement au niveau des membres inférieurs)<sup>33</sup>. En effet, on a observé la présence fréquente (16 % à 38 %) d'une stéatose hépatique chez les enfants et adolescents qui présentent un surpoids ou de l'obésité<sup>37</sup>. Il a aussi été rapporté qu'environ la moitié des enfants et des adolescents obèses qui consultent pour des troubles du sommeil souffrent d'apnée obstructive du sommeil<sup>39</sup>. De plus, la fréquence d'asthme est plus importante chez les adolescents obèses<sup>39</sup>. Finalement, l'apparition de déformations ou d'usure prématurée du système osseux et des articulations, notamment au niveau des membres inférieurs, fait partie des problèmes orthopédiques observés en présence d'obésité chez les enfants et les adolescents<sup>33</sup> et fait partie des facteurs pouvant limiter la pratique de l'activité physique.

### **3.4 Troubles psychosociaux**

En plus des problèmes physiques qui apparaissent de façon précoce et plus fréquemment chez les enfants et les adolescents en surpoids ou obèses, on a observé une incidence importante de divers troubles psychosociaux dans ce sous-groupe de la population<sup>204-206, 281-283</sup>.

En effet, la présence d'un excès de poids rendrait les enfants et les adolescents plus susceptibles de subir des séquelles psychosociales nuisibles<sup>182, 284</sup> telles que la dépression<sup>281-283</sup>, la diminution de l'estime de soi<sup>284, 285</sup>, de faibles compétences dans les activités sociales et sportives<sup>285</sup>, les troubles de comportement<sup>33</sup>, l'insatisfaction envers l'image corporelle<sup>285</sup> et une réduction de la qualité de vie<sup>41, 286-288</sup>. Ces séquelles peuvent être attribuables à l'isolement social, à la discrimination, à l'intimidation et à l'humiliation associée à la présence de cette condition<sup>284</sup>. Malgré la difficulté d'établir un lien de cause à effet entre la dépression et l'obésité<sup>281</sup>, la difficulté de contrôler sa prise de poids et la chronicité de ce facteur prédispose et augmente le risque de dépression ou d'autres troubles de santé

mentale<sup>40, 42, 282, 283</sup>. De plus, les enfants et les adolescents qui présentent un niveau d'obésité élevé rapportent une qualité de vie comparable à ceux souffrant d'un cancer<sup>41</sup>. Une association entre la présence d'un surpoids et d'obésité et des performances académiques médiocres a été également démontrée dans certaines études<sup>43, 289, 290</sup>. Outre les effets du surpoids et de l'obésité sur la santé psychologique, une relation inverse a été observée entre la présence de ces différents facteurs et la diminution de la pratique de l'activité physique<sup>291</sup>. Ainsi, il a été observé qu'une faible pratique de l'activité physique est associée à une faible estime de soi<sup>292, 293</sup>.

### **3.5 Conséquences à l'âge adulte**

La présence d'un surpoids chez l'enfant et l'adolescent favorise la persistance et même l'augmentation de cette condition à l'âge adulte<sup>28, 29</sup>. En effet, différentes études rapportent que le risque de persistance de l'embonpoint à l'âge adulte est deux fois plus important chez les enfants en surpoids que chez ceux ayant un poids normal<sup>22, 23, 219</sup>. Chez les adolescents ayant de l'embonpoint, ce risque passe à plus de 50 %, alors que chez ceux ayant de l'obésité il peut atteindre 90 %<sup>28, 29, 294</sup>. Non seulement la présence d'un surpoids ou d'obésité est associée à la persistance accrue de cette condition à l'âge adulte, mais la présence précoce de ce problème est également associée à un risque plus élevé de décès à l'âge adulte, et ce, par MCV et toutes causes confondues<sup>295</sup>.



# Chapitre 4 Prise en charge du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent

## 4.1 Introduction

Face à la prévalence importante du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents et dus aux conséquences immédiates et futurs que cette condition peut avoir sur la santé, de nombreuses initiatives ont été mises en place afin de prévenir son apparition et de promouvoir l'adoption de saines habitudes de vie. Cependant, bien que la prévention soit la pierre angulaire des efforts de réduction des problèmes liés à l'obésité, le traitement des jeunes aux prises avec un problème de poids s'avère également important<sup>22</sup>. Parmi les facteurs étiologiques liés à l'obésité, les comportements (adoption de saines habitudes de vie) et l'environnement (social et bâti) représentent les deux plus grands domaines de prévention et de traitement. Or, outre les habitudes alimentaires et de sommeil, l'activité physique joue un rôle important dans l'adoption de comportements visant de saines habitudes de vie.

En effet, les preuves accumulées chez l'adulte démontrent plusieurs avantages de l'activité physique régulière dans la prévention et le traitement de l'obésité ainsi que sur ses conséquences<sup>296-301</sup>. Cependant, le rôle de l'activité physique et sa prescription ne sont pas clairement définis chez l'enfant et l'adolescent afin d'optimiser ses bienfaits sur le poids corporel et la santé globale<sup>302, 303</sup>. Il a été démontré qu'une intensité et qu'un niveau adéquat d'activité physique (un minimum de 180 minutes par semaine d'activité physique d'intensité modérée à élevée) semblent avoir un effet important sur la prévention du gain de poids et la protection des problèmes liés à l'obésité abdominale chez l'adolescent<sup>302, 304</sup>. Certaines études soulignent même qu'indépendamment d'un niveau d'activité physique qualifié de sédentaire, la participation occasionnelle à des activités physiques de haute intensité est associée à une circonférence de taille inférieure et à un taux de graisse viscérale plus faible<sup>304</sup>. En plus d'avoir un certain effet sur le poids corporel et les problèmes de santé qui lui sont associés, l'activité physique semble influencer de façon positive le développement moteur et favoriser une participation accrue à d'autres activités physiques chez les enfants et les adolescents<sup>305</sup>.

Cependant, l'activité physique seule ne semble pas être l'option la plus efficace dans une saine gestion du poids corporel et des problèmes liés au surpoids et à l'obésité. Une intervention intégrée combinant de l'éducation sur l'obésité, des thérapies cognitivo-comportementales et une amélioration de l'activité physique et de l'alimentation semble être préconisée<sup>65</sup>. En effet, cette approche semble être la plus efficace pour le maintien ou la perte de poids chez l'enfant et l'adolescent que des interventions isolées sur l'activité physique ou la nutrition<sup>65</sup>. Plusieurs études ont d'ailleurs démontré une amélioration significative de l'IMC, du pourcentage de masse grasse et de certains facteurs de risque de la MCV suite à un programme d'intervention multidisciplinaire<sup>299, 301-304, 306-312</sup>. Ces résultats suggèrent que pour traiter un problème de surpoids ou d'obésité chez l'enfant et l'adolescent, il importe de considérer la globalité du problème. Les lignes directrices canadiennes de 2006 sur la prise en charge et la prévention de l'obésité

chez les adultes et les enfants ainsi que le guide de volet pratique de l'INESSS abondent en ce sens et recommandent d'avoir recours à des interventions multidisciplinaires (nutrition, activité physique et gestion du comportement) portant sur les habitudes de vie dans la prise en charge des enfants et des adolescents présentant un excès de poids corporel ou de l'obésité<sup>22</sup>.

## **4.2 L'activité physique dans la prise en charge du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent**

### **4.2.1 Effets de l'activité physique dans le traitement du surpoids et de l'obésité**

Plusieurs chercheurs ont associé la pratique d'activité physique régulière à une réduction significative de l'adiposité abdominale et des risques pour la santé<sup>263, 264, 313-316</sup>. Toutefois, les effets indépendants de l'activité physique dans le traitement du surpoids ou de l'obésité chez les enfants et les adolescents sont complexes à quantifier. En effet, la présence d'autres changements tels que la perte de masse grasse au profit de la masse maigre et les variations de poids corporel peuvent également exercer une influence sur les conséquences et les facteurs de risque du surpoids et de l'obésité sur la santé globale.

Néanmoins, il est clair qu'il existe une association entre la sédentarité, la condition physique, la masse grasse et l'ensemble des facteurs de risque cardiovasculaires<sup>280, 317</sup>. La pratique d'une activité physique modérée à élevée 180 minutes par semaine aurait un effet positif et protecteur sur le gain de poids et ses conséquences métaboliques<sup>302, 304</sup>. Ainsi, la participation occasionnelle à ce type d'activité physique a été associée à une plus petite circonférence de taille et à un taux plus faible de graisse viscérale chez l'enfant et l'adolescent<sup>304</sup>. De plus, chez les enfants, la proportion de facteurs de risque de la MCV est nettement plus élevée lorsqu'on compare le quartile inférieur et supérieur de condition physique<sup>280, 317, 318</sup>. L'augmentation du niveau d'activité physique et la diminution de la sédentarité a également des effets positifs sur la pression artérielle et le cholestérol total<sup>313-316</sup>. Ainsi, il a été rapporté que l'activité physique d'intensité modérée à élevée pratiquée sans restriction de l'apport énergétique, a des effets favorables chez les enfants et adolescents sur plusieurs paramètres tels que le pourcentage de masse grasse<sup>58, 319</sup>, la densité osseuse<sup>58</sup>, la condition aérobie<sup>58</sup> et certains facteurs de risque cardiovasculaires<sup>302, 304, 313-316</sup>. Malheureusement, ces effets positifs diminuent si le niveau d'activité physique n'est pas maintenu dans le temps<sup>58</sup>. On a aussi observé une augmentation de la sensibilité à l'insuline chez les enfants qui ont un niveau d'activité physique élevé ou modéré par rapport aux enfants moins actifs<sup>320</sup>. De plus, certaines études ont rapporté que l'activité physique pouvait également avoir un effet dans le contrôle du poids corporel<sup>195, 321</sup>. Ainsi, chez l'enfant et l'adolescent en surpoids, l'utilisation de l'activité physique vigoureuse plutôt que la restriction calorique afin de diminuer le poids corporel semble être préconisée par la littérature<sup>319, 322, 323</sup>. Cependant, dans d'autres études, la diminution du poids corporel a été infructueuse suite à un traitement qui ciblait l'activité physique<sup>314, 324</sup>. Ces données



suggèrent que l'activité physique seule n'est pas le meilleur moyen de diminuer le surpoids et l'obésité chez les enfants et les adolescents, et ce, malgré ses bienfaits sur différents facteurs de risque<sup>279, 325, 326</sup>.

#### 4.2.2 Recommandations sur la pratique d'activité physique dans le traitement du surpoids et de l'obésité

Au niveau mondial, l'OMS recommande la valorisation de programmes de santé scolaire et communautaire qui font la promotion de l'activité physique dans divers milieux<sup>327</sup>. En ce sens, on souligne qu'en matière de prévention, les écoles représentent des établissements propices aux initiatives en matière d'activité physique et au soutien d'un mode de vie physiquement actif chez les enfants et les adolescents<sup>328</sup>.

Afin de suivre les recommandations de l'OMS, l'ASPC en collaboration avec la SCPE, a actualisé les recommandations canadiennes en matière d'activité physique. En effet, les nouvelles directives, pour les enfants et les adolescents (5-17 ans), recommandent la pratique d'un minimum de 60 minutes d'activité physique d'intensité modérée à élevée par jour en plus des activités physiques liées à la vie quotidienne<sup>329</sup>. Ses activités devraient comprendre: des activités d'intensité élevée au moins 3 jours par semaine et des activités visant à renforcer les os et les muscles au moins 3 jours par semaine<sup>329</sup>. La promotion de l'activité physique quotidienne est également encouragée par le biais de jeux, de sports, d'utilisation des déplacements actifs (marche, vélo), des loisirs actifs, des cours d'éducation physique et d'exercice en famille, et ce, à l'école ou dans la communauté<sup>329</sup>. De plus, la SCPE en partenariat avec divers organismes canadiens reconnus a mis au point des lignes directrices canadiennes de comportements sédentaires pour les enfants et les adolescents<sup>134, 283, 329</sup>. Ainsi, chez les enfants et les adolescents âgés de 5 à 17 ans, les directives canadiennes recommandent la limitation du temps d'écran (maximum 2 heures/jour), des déplacements motorisés, du temps passé à l'intérieur et des périodes en station assise prolongée (à la maison, à l'école et lors d'autres événements communautaires)<sup>144, 329, 330</sup>.

En présence de surplus de poids ou d'obésité, il est recommandé d'augmenter le volume d'activité physique nécessaire de façon plus importante que le volume recommandé pour les enfants qui présentent un poids santé. Cependant, en 2010, les recommandations émises par la SCPE et ParticipACTION soulignent qu'une augmentation du volume d'activité physique d'intensité moyenne aussi minime qu'elle soit vaut mieux qu'aucune amélioration, et ce, malgré le fait que le minimum suggéré ne soit pas atteint<sup>331</sup>. L'OMS insiste également sur l'importance de la progression au niveau de la durée, de la fréquence et de l'intensité, et ce, particulièrement chez les enfants peu actifs ou inactifs<sup>332</sup>. Selon Kino-Québec, il est recommandé dans une optique de contrôle du poids corporel, de favoriser des activités de nature aérobies continues ou intermittentes et d'intensité moyenne à élevée<sup>207</sup>. De plus, on recommande de pratiquer des activités d'intensité variées tous les jours, dont un minimum de 3 séances d'activités aérobies d'intensité élevée et de maximiser la durée afin d'atteindre un volume élevé d'activité physique hebdomadaire. D'autres lignes directrices sont axées de façon plus spécifique sur le maintien du poids corporel

notamment celle de Tudor-Locke qui recommande aux enfants d'effectuer entre 12 000 pas (filles) et 15 000 pas (garçons) par jour dont 8 000 effectués lors d'activité d'intensité moyenne ou élevée<sup>333, 334</sup>.

### **4.3 Les interventions multidisciplinaires intégrant l'activité physique dans la prise en charge du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent**

Malgré les bienfaits de l'activité physique dans la gestion du poids corporel et des conditions associées, son utilisation seule comme moyen de prévention et de traitement de cette condition semble limitée<sup>238, 268, 278-280</sup> et plusieurs organismes gouvernementaux<sup>22, 66, 68, 335</sup> recommandent tous une intervention axée sur les approches suivantes : la nutrition, l'activité physique et les comportements, afin d'avoir un impact significatif sur le traitement du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents. Cette intervention dite multidisciplinaire est définie par une approche nutritionnelle comportant des interventions sur les habitudes alimentaires, la diète et/ou l'éducation nutritionnelle, une approche axée sur l'activité physique qui englobe toutes les formes d'activité physique effectuée dans le but d'augmenter la dépense énergétique et de diminuer la sédentarité et une approche de gestion du comportement tel que les stratégies de gestion du comportement, l'intervention de gestion du comportement et la thérapie comportementale<sup>8</sup>.

L'intervention multidisciplinaire s'est révélée efficace dans différentes recherches qui ont démontré une diminution significative du niveau d'obésité et/ou des paramètres cardiométaboliques (tension artérielle, résistance à l'insuline et bilan lipidique) à court (<12 mois) ou à moyen (12-24 mois) terme chez les enfants et les adolescents obèses. À plus long terme, certaines études longitudinales comportant un programme multidisciplinaire ont démontré des effets significatifs sur certains facteurs tels que : l'IMC, les habitudes de vie familiales, l'apport énergétique total et les habiletés motrices<sup>336</sup>. De plus, d'autres études soulignent un nombre croissant d'éléments de preuve sur l'efficacité des programmes multidisciplinaires basés sur une intervention familiale comme approche efficace dans le traitement de l'obésité infantile<sup>337-340</sup>.

#### **4.3.1 Effets d'une intervention multidisciplinaire sur le poids d'enfants et d'adolescents obèses**

Dans une étude de Eliakim<sup>341</sup>, en 2004, les effets d'un programme multidisciplinaire de gestion du poids d'une durée de 12 mois associant des interventions sur la nutrition, les changements de comportements et l'activité physique chez 77 enfants et adolescents obèses âgés de 6-16 ans ont été évalués<sup>341</sup>. On a observé une diminution significative de l'IMC et du percentile d'IMC alors qu'on a observé dans le groupe contrôle une augmentation de l'IMC<sup>341</sup>. Cependant, la réponse au programme semble plus faible chez les sujets ayant un IMC situé dans les percentiles les plus élevés ou ayant des parents également en surpoids<sup>341</sup>. Dans une autre étude d'une durée de 12 mois et réalisée chez des enfants (âgés en moyenne de 10 ans) et leur famille, 70 % des sujets ont vu une diminution significative de leur IMC

après l'intervention alors que 55 % d'entre eux ont maintenu une diminution de leur IMC, cependant non significative, à la fin de la période de suivi<sup>342</sup>. Dans cette étude, les familles participantes ont suivi le programme multidisciplinaire communautaire *Getting Our Active Lifestyles Started* (GOALS) axé sur la diète (cours de cuisine et informations sur une alimentation saine), l'activité physique (séance d'activité physique parent-enfant) et les changements de comportements à raison d'une rencontre de 2 heures par semaine pour une durée de 18 semaines et une période de suivi de 6 mois<sup>342</sup>. L'étude de Nowicka et coll.<sup>343</sup>, portant sur un programme scolaire multidisciplinaire de gestion du poids d'une durée de 12 mois incluant la famille, démontre également une diminution significative du score-z de l'IMC chez les adolescents (12-19 ans présentant un score-z d'IMC <3,5) comparativement au groupe témoin. Cependant, chez les sujets présentant un score-z d'IMC ≥3,5 aucune diminution n'a été observée<sup>343</sup>. Ce programme consistait en 4 rencontres d'une durée de 4 heures étalées sur une période de 12 mois portant sur la nutrition (adoption de saines habitudes alimentaires), l'activité physique (promotion d'un minimum de 60 minutes d'activité physique par jour, de la diminution des activités sédentaires et d'un maximum de 2 heures de temps d'écran par jour) et les changements de comportements<sup>343</sup>. Une autre étude d'une durée de 3 ans réalisée auprès de 643 enfants et adolescents (6-16 ans) divisés en 3 groupes d'âge (6-9, 10-13, et 14-16 ans) et en 2 niveaux d'obésité (modéré score-z d'IMC 1,6 -3,4 et sévère score-z d'IMC ≥3,5) a aussi démontré une différence dans la diminution du score-z de l'IMC associé à l'âge et à l'importance de l'obésité<sup>344</sup>. En effet, suite au programme multidisciplinaire, 44 % des enfants modérément obèses et âgés de 6-9 ans ont diminué significativement leur score-z d'IMC comparativement à 20 % des 10-13 ans et à 8 % des 14-16 ans<sup>344</sup>. Le même effet a été observé chez les sujets de la catégorie obèse sévère où 58 % des enfants de 6-9 ans ont diminué significativement leur score-z d'IMC comparativement à 22 % des 10-13 ans et à 0 % des 14-16 ans<sup>344</sup>. En 2010, Sacher<sup>340</sup> a également observé une diminution significative de l'IMC et de la circonférence de taille par rapport au groupe témoin, 6 et 12 mois après l'intervention, chez les sujets du programme multidisciplinaire communautaire *Mind, Exercise, Nutrition, Do IP* (MEND). Le programme MEND comprenait 18 séances de 2 heures réparties sur une période de 9 semaines, en groupe de 8-15 enfants (~10 ans) et de leurs parents ou accompagnateurs<sup>340</sup>. Les séances étaient axées sur la nutrition, les changements de comportements et la participation à des séances d'activités physiques<sup>340, 345</sup>. De plus, plusieurs autres études portant sur des programmes multidisciplinaires ont rapporté des résultats similaires en ce qui concerne la diminution de l'IMC<sup>306, 307, 309-312, 346-351</sup> et de la circonférence de taille<sup>336, 352, 353</sup>, et ce, malgré certaines différences au niveau de la durée de l'intervention, de la participation ou non des familles et de la pratique d'activité physique supervisée ou non par un professionnel. Certaines méthodes semblent cependant avoir des résultats plus probants que d'autres notamment, celles incluant la participation des parents<sup>337, 339, 340</sup>. En effet, dans une étude de Wrotniak<sup>337</sup> sur la relation entre la participation des parents et la perte de poids<sup>337</sup> et le maintien à long terme chez l'enfant, on a constaté qu'un modèle parental positif valorisant les choix sains est lié à de meilleurs résultats. Dans cette étude, on a identifié l'adhésion des parents et des enfants aux changements de comportements liés au programme de perte de poids comme un facteur prédictif indépendant de la variation du poids corporel<sup>337</sup>. Toutefois, ces études portent généralement sur les résultats

immédiats suite à l'intervention ou sur des périodes de suivi à court ou moyen terme ( $\leq 12$  mois) et tiennent rarement compte de la diminution de l'IMC et de la circonférence de taille à long terme.

Quelques études multidisciplinaires portant sur les effets à long terme sur la prise en charge de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent démontrent des résultats généralement moins prometteurs que les résultats obtenus à court ou moyen terme ( $\leq 12$  mois). Dans une étude de Savoye et coll.<sup>354</sup>, des enfants et des adolescents (8-16 ans) obèses ( $\geq 95^{\text{e}}$  percentile) qui participaient à une intervention de gestion du poids d'une durée de 12 mois axée sur un programme d'exercice familial, des conseils en nutrition et le changement de comportements ont été comparés à un groupe témoin. Une diminution significative de l'IMC a été observée à 6 mois et maintenue à 12 mois suite à l'intervention<sup>354</sup>. Cependant, à 24 mois, seuls 44 % des sujets ayant complété l'étude ont été réévalués. Les résultats ont démontré un regain de poids chez ces derniers malgré le maintien de certains paramètres, comme l'IMC, par rapport au groupe témoin<sup>355</sup>. Cependant, certaines études ont obtenu des résultats positifs suite à un suivi à long terme. Entre autres, une étude longitudinale d'une durée de 8 ans chez 90 enfants obèses ( $\sim 10$  ans) a permis d'observer que la majorité d'entre eux ont pu contrôler leur poids à long terme suite à un programme d'intervention multidisciplinaire<sup>356</sup>. Ainsi, 66 % des enfants suivis ont réussi à maintenir leur poids à la fin du suivi et ont obtenu une réduction moyenne de 8 % de leur IMC ajusté pour l'âge<sup>356</sup>. L'âge et le degré de surpoids de l'enfant ont été identifiés comme facteurs prédictifs positifs de la perte de poids à long terme en accord avec les résultats de Danielsson et coll.<sup>344</sup>. De plus, un suivi à 36 mois et 60 mois des sujets du programme de gestion du poids multidisciplinaire DAK (une compagnie d'assurance allemande) axé sur les changements de comportements, la nutrition et la pratique d'exercice physique incluant la participation des parents d'une durée de 12 mois a permis d'observer une diminution significative de l'IMC suite à la période d'intervention<sup>357</sup> mais également lors des périodes de suivi<sup>358</sup>. Malgré le fait que la diminution du score-z de l'IMC était plus importante après 12 mois ( $-0,35 \pm 0,41$ ), elle est demeurée significative à 36 mois ( $-0,20 \pm 0,49$ ) et à 60 mois ( $-0,15 \pm 0,51$ ) comparativement aux valeurs de base<sup>358</sup>.

#### 4.3.2 Effets d'une intervention multidisciplinaire sur les facteurs de risque de la MCV chez les enfants et les adolescents obèses

Plusieurs études utilisant des interventions multidisciplinaires comme programme de gestion du poids ont observé une diminution des facteurs de risque de la MCV chez les enfants et les adolescents en surpoids et obèses. Une étude visant à évaluer la relation entre la diminution du score-z d'IMC et l'amélioration des facteurs de risque cardiovasculaire a suivi 230 enfants et adolescents (7-17 ans) qui participaient au programme *Oslo Adiposity Intervention Study*<sup>345</sup>. Ce programme d'intervention multidisciplinaire de gestion du poids corporel axé sur le changement des habitudes de vie (nutrition et activité physique), a démontré qu'une diminution même minime du score-z d'IMC après un an d'intervention peut être associée à l'amélioration de plusieurs facteurs de risques cardiovasculaires<sup>345</sup>. Les sujets ont été divisés en quatre groupes en fonction de l'évolution de leur score-z d'IMC (groupe 1 à 3 : diminution du score-z de l'IMC et groupe 4 : augmentation du score-z de l'IMC)<sup>345</sup>. On a observé une diminution

significative de l'insuline, du cholestérol total, du cholestérol LDL, du ratio cholestérol total/HDL dans les trois groupes qui avaient réduit leur score-z d'IMC comparativement au groupe 4<sup>345</sup>. Reihner et coll.<sup>306, 310, 348</sup> ont rapporté des résultats similaires dans différentes études. En effet, une réduction de l'IMC a été observée suite à un programme multidisciplinaire de gestion du poids corporel qui a été associé à l'amélioration de certains facteurs de risque de MCV (diminution de la pression artérielle, des triglycérides et des niveaux d'insuline)<sup>348</sup>. De plus, la réduction de l'IMC et des bénéfices liés aux facteurs de risque de la MCV ont été maintenus 1 an après l'intervention chez la plupart des enfants obèses<sup>348</sup>.

Dans une autre étude, Reihner et coll.<sup>310</sup> ont évalué l'effet d'une intervention multidisciplinaire d'une durée de 1 an, chez 288 enfants (~12,5 ans) obèses. Les sujets du programme d'intervention, axé sur le changement des habitudes de vie et sur la prévalence du syndrome métabolique et de ses composantes, ont été comparés à un groupe témoin. Une diminution significative de l'IMC et de la prévalence du syndrome métabolique a été observée dans le groupe avec intervention comparativement au groupe sans intervention<sup>310</sup>. De plus, l'importance de la perte de poids a été associée de façon significative avec l'amélioration des composantes du syndrome métabolique<sup>310</sup>. Dans une étude de Bianchini et coll.<sup>359</sup> une intervention multidisciplinaire de 16 semaines basée sur la thérapie cognitivo-comportementale s'est révélée suffisante pour réduire les facteurs de risque de syndrome métabolique chez les adolescents obèses. Le programme multidisciplinaire visant à modifier les habitudes alimentaires et les comportements face à l'activité physique auprès de 86 adolescents obèses (10-18 ans) a permis de réduire de manière significative le nombre médian de facteurs de risque pour le syndrome métabolique<sup>359</sup> classé selon la Fédération internationale du diabète<sup>360</sup>. Une étude de Caranti et coll.<sup>361</sup> abonde dans le même sens. En effet, l'intervention multidisciplinaire axée sur la perte de poids (nutrition, exercice physique et psychothérapie) réalisée chez 83 adolescents post-pubères a permis de diminuer la prévalence du syndrome métabolique de 27,16 % (pré-intervention) à 8,3 % (post-intervention) après 1 an<sup>361</sup>. De plus, on a observé une diminution significative de l'IMC, de la quantité de gras viscéral et du pourcentage de masse grasse et une augmentation significative de la masse maigre durant cette même période<sup>361</sup>.

#### **4.3.3 Effets d'une intervention multidisciplinaire sur la condition physique, les habiletés motrices et le niveau d'activité physique d'enfants et d'adolescents obèses**

Selon plusieurs études, la présence d'un surpoids ou d'obésité chez les enfants et adolescents est préjudiciable pour la majorité des habiletés motrices évaluées (coordination des membres supérieurs, coordination bilatérale, équilibre, vitesse, agilité, force)<sup>362-364</sup>. De plus, une étude de D'Hont et coll.<sup>364</sup>, a observé que l'évolution des habiletés motrices dans le temps est fortement liée au poids des enfants. Les études sur les effets d'un programme multidisciplinaire sur la condition physique, les habiletés motrices et le niveau d'activité physique ont démontré à court terme (<12 mois) des résultats encourageants. Cependant, la diversité des évaluations utilisées pour quantifier ces changements, la difficulté de comparer ces différentes études dues aux multiples protocoles utilisés et le manque de données sur les

résultats à long terme rend difficile la description et l'identification des effets réels d'un programme multidisciplinaire sur ces composantes.

Dans l'étude de Sacher<sup>340</sup> sur le programme multidisciplinaire MEND, la condition physique (récupération après l'effort suite à un test de marche de 3 min<sup>365</sup>), le niveau d'activité physique (questionnaire) et le niveau de sédentarité (questionnaire) ont été évalués. Le programme d'exercice supervisé consistait en 16 séances réparties sur 9 semaines accompagnées d'une période de suivi 6 et 12 mois après le début de l'intervention. Les résultats ont été comparés au groupe témoin et aux valeurs de base à 6 et 12 mois après l'intervention et des améliorations significatives ont été observées pour chacune des composantes évaluées (condition cardiovasculaire, niveau d'activité physique et sédentarité)<sup>340</sup>. Des résultats similaires ont été rapportés dans une étude évaluant les effets d'un programme multidisciplinaire d'une durée de 3 mois chez 24 enfants (~10,9 ans) obèses sur la condition physique et le niveau d'activité physique<sup>347</sup>. En effet, une amélioration significative de la condition physique et du niveau d'activité physique post-intervention ont été observés par rapport au groupe témoin<sup>347</sup>. De plus, une différence significativement positive pour le groupe d'intervention au niveau de la condition physique et du niveau d'activité physique par rapport au groupe témoin a été observée lors du suivi à 12 mois<sup>347</sup>. Le programme d'exercice de type endurance consistait en 2 entraînements supervisés de 1 heure par semaine pour toute la durée de l'intervention puis d'un suivi 12 mois après le début de l'intervention<sup>347</sup>. Dans une étude d'Eliakim et coll.<sup>346</sup>, 177 enfants et adolescents (6-16 ans) obèses ont participé à un programme multidisciplinaire axé sur la nutrition, les changements de comportements et la pratique d'exercice physique d'une durée de 3 mois. De ce nombre, 65 sujets ont complété l'intervention de 6 mois. Chaque sujet a participé à des entraînements en endurance supervisés d'une durée de 1 heure, 2 fois par semaine (50 % sports collectifs et 50 % jeux de courses), et ce, pour toute la durée de l'étude<sup>346</sup>. Le niveau de condition physique était déterminé au départ, à 3 et à 6 mois par un test maximal sur tapis roulant<sup>346</sup>. L'endurance a augmenté de manière significative après 3 mois et 6 mois d'intervention chez les sujets qui ont poursuivi jusqu'à la fin<sup>346</sup>. Dans une autre étude réalisée auprès de 55 enfants et adolescents (9-17 ans) présentant une obésité sévère, les effets d'un programme multidisciplinaire de perte de poids d'une durée de 6-12 mois sur la condition physique (aptitude aérobie et anaérobie) ont été évalués<sup>366</sup>. Le programme d'exercice physique était composé de 3 séances par semaine d'activité physique sous-maximale (70-75 %  $\dot{V}O_{2max}$ ) d'une durée de 90 minutes incluant diverses activités (natation, gymnastique, marche et sports collectifs)<sup>366</sup>. L'aptitude aérobie a été évaluée sur ergocycle et ils ont rapporté une augmentation significative chez les filles et les garçons de cette composante<sup>366</sup>. Du côté anaérobie, la force de préhension et le saut en hauteur vertical ont augmenté de façon significative chez les garçons et les filles<sup>366</sup>. Ainsi, le programme utilisé dans cette étude a permis une amélioration de certains paramètres aérobiques et anaérobiques à court terme ( $\leq 12$  mois)<sup>366</sup>. Une étude de Karner-Rezek et coll.<sup>351</sup> avait également observé une amélioration de certaines composantes anaérobiques après une intervention multidisciplinaire de 8 semaines chez les enfants et adolescents obèses.

Dans une étude de Lazzer et coll.<sup>352</sup> portant sur un programme multidisciplinaire de perte de poids d'une durée de 9 mois, on a évalué la capacité aérobie maximale, la condition physique et la force de 27 adolescents (12-16 ans) obèses (~33,9 kg/m). Chaque sujet a suivi un programme d'exercice progressif, personnalisé et sous supervision médicale, incluant 40 minutes d'entraînement en endurance et en force, et ce, 2 fois par semaine pour toute la durée de l'intervention<sup>352</sup>. Chaque séance incluait différents modes d'exercice aérobie (fréquence cardiaque cible déterminée par un test de capacité aérobie maximale) et des exercices de force pour les membres supérieurs et inférieurs<sup>352</sup>. De plus, le programme incluait 2 heures de cours d'éducation physique à l'école et 2 heures d'activité aérobie de loisir<sup>352</sup>. À la fin de l'étude, aucune variation significative de la capacité aérobie maximale n'a été observée. Cependant, la force et la condition physique se sont améliorées de façon significative<sup>352</sup>. Les participants ont cependant diminué de façon significative le temps consacré aux activités sédentaires au profit d'une augmentation significative de l'activité physique d'intensité modérée et totale<sup>352</sup>. De plus, l'amélioration de la condition physique chez ces sujets a été associée à des changements significatifs du type d'activités au profit, entre autres, de l'augmentation des loisirs physiquement actifs<sup>352</sup>.

Dans une étude évaluant l'effet d'un programme multidisciplinaire de gestion du poids corporel sur la coordination de 36 enfants (10,5 ± 1,4 ans) en surpoids ou obèses, on a observé que la perte de poids associée à l'intervention peut être considérée comme un moyen d'améliorer la coordination et ainsi, promouvoir la participation à diverses activités physique<sup>353</sup>. Chaque sujet a suivi un programme d'une durée moyenne de 6-10 mois incluant des interventions sur la nutrition, du support psychologique et la pratique régulière d'activité physique<sup>353</sup>. Chaque participant a suivi un programme d'exercice de 4 heures par semaine axé sur les activités de type aérobie (marche, course, natation, vélo, etc.). L'intensité de l'exercice physique pratiquée devait se situer à 80 % de la fréquence cardiaque maximale théorique<sup>353</sup>. En plus des exercices d'endurance, chaque participant a reçu des exercices de correction de la posture, de force musculaire et de flexibilité et a participé à raison de 2 heures par jour ou 10 heures par semaine à des activités de sports collectifs supervisés<sup>353</sup>. La coordination a été évaluée selon une évaluation standardisée de la coordination chez les enfants (5-15 ans), révisés par Kiphart et Schilling comprenant 4 sous-tests : une marche arrière sur poutre d'équilibre, un déplacement latéral sur des planches de bois, des sauts sur une jambe par-dessus un obstacle à hauteur progressive et un saut à deux jambes de chaque côté d'un obstacle durant 15 secs.<sup>353</sup>. Indépendamment du moment où les tests ont été effectués (0 et 4 mois de l'intervention), les sujets en surpoids et obèses ont démontré des performances au KTK significativement plus faibles que le groupe témoin<sup>353</sup>. Cependant, des améliorations significatives des performances aux différents tests de coordination ont été observées entre les valeurs à 0 et 4 mois de l'intervention chez les sujets en surpoids et obèses, expliquées en partie par l'importance de la perte de poids chez ces derniers<sup>353</sup>. Dans une étude de suivi d'une durée de 5 ans sur le programme multidisciplinaire de prise en charge du poids corporel *Mi piace piacermi* chez l'enfant (6-12 ans), Vignolo et coll.<sup>336</sup> ont observé une amélioration globale des habiletés motrices. Le programme d'exercice était axé sur le jeu à intensité progressive dans le but d'accroître la motivation et d'améliorer le contrôle postural et la proprioception. L'évaluation

des habiletés motrices (évaluation de Frostig) s'est effectuée lors de l'observation d'activités physiques simples (courir, sauter, saisir et lancer une balle, etc.) et les aspects qualitatifs suivants ont été évalués : la coordination, l'agilité, la souplesse, la force, la vitesse, l'équilibre, la résistance et la conscience du corps<sup>336</sup>. Les habiletés motrices classées selon le score de Frostig ont significativement augmenté après 5 ans de suivi comparé aux valeurs de base<sup>336</sup>. D'autres études ont également démontré une amélioration des habiletés motrices chez les enfants en surpoids et obèses suite à des interventions incluant l'activité physique<sup>350</sup>.

#### 4.4 Recommandations cliniques pour la prise en charge multidisciplinaire du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent

Au niveau mondial, l'OMS recommande la valorisation des programmes de santé scolaire et communautaire qui font la promotion de l'activité physique dans divers milieux<sup>327</sup>. Plusieurs recherchent appui cette recommandation en démontrant que la promotion de l'activité physique à l'intérieur des programmes scolaires, accompagnée d'actions visant à contrer les comportements sédentaires et à améliorer la qualité de l'alimentation sont les plus efficaces, notamment lorsqu'ils sont adoptés dans plusieurs contextes<sup>329</sup>. De plus, les différents guides de pratique clinique examinés par l'INESSS dans son guide de pratique clinique<sup>48, 69, 70, 306, 307, 309-312, 367</sup> sur le traitement de l'obésité des enfants et des adolescents recommandent tous la combinaison d'approches nutritionnelles, de pratique d'activité physique, de réduction des comportements sédentaires et de gestion du comportement pour un traitement efficace et sécuritaire à court ou moyen terme du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents<sup>22, 66</sup> (Tableau 2).

**Tableau 2. Recommandations dans le traitement de l'obésité des enfants et des adolescents en 1re et 2e ligne, adapté du Guide de Pratique Clinique de l'INESSS<sup>22</sup>**

Il est recommandé que :
une intervention axée sur le mode de vie pour tous les jeunes obèses soit privilégiée, intervention qui intègre les trois approches :
<ul style="list-style-type: none"> <li>- nutritionnelle;</li> <li>- axée sur l'activité physique (augmentation de la pratique d'activité physique et réduction des activités sédentaires);</li> <li>- de gestion du comportement.</li> </ul>
axent avant tout les objectifs de l'intervention sur l'acquisition à court et long terme de comportements favorables à la santé comprenant principalement l'alimentation saine, un mode de vie physiquement actif et la réduction des comportements sédentaires dans le but d'améliorer la santé et le bien-être du jeune plutôt qu'uniquement centrés sur un changement de poids ou d'IMC à atteindre.
les interventions axées sur le mode de vie comportent au moins 26 heures de contact entre les intervenants et le jeune ou ses parents.
les interventions axées sur le mode de vie :
<ul style="list-style-type: none"> <li>- comportent une phase de maintien ;</li> <li>- soient réalisées en interdisciplinarité ou en multidisciplinarité.</li> </ul>
les interventions axées sur le mode de vie :
<ul style="list-style-type: none"> <li>- durent au moins 6 mois ;</li> </ul>



- 
- mettent en réseau les ressources communautaires accessibles localement.
- 

Le professionnel ou l'intervenant de la santé ou des services sociaux ne doit pas perdre de vue que le but de toute intervention de traitement de l'obésité doit être l'amélioration de la santé et du bien-être du jeune, au-delà d'une seule réduction de l'obésité.

---

## 4.5 Conclusion

Selon les différentes études sur les effets d'un programme multidisciplinaire sur la prise en charge du poids corporel chez les enfants et adolescents en surpoids ou obèses on peut observer que ces derniers semblent généralement avoir un effet positif sur l'IMC, la circonférence de taille, les facteurs de risque de la MCV, l'aptitude aérobie, les habiletés motrices et le niveau d'activité physique à court terme ( $\leq 12$  mois). Cependant, les suivis à long terme ( $> 24$  mois), lorsqu'ils sont disponibles, démontrent des résultats plus ou moins concluants variant à travers les études. Certaines études ont mis en lumière l'effet de variables telles que l'âge, l'importance du surpoids et la participation des parents comme des facteurs prédictifs de la perte de poids à court et long terme. D'autres études ont quant à elles souligné que l'importance de la perte de poids peut influencer les bienfaits. Ainsi, malgré le nombre de données probantes sur les effets des interventions dites multidisciplinaires, sur un grand nombre de facteurs (IMC, circonférence de taille, facteurs de risque de la MCV et de syndrome métabolique, aptitude aérobie, habiletés motrices et niveau d'activité physique), il subsiste un manque de données qui ne permet pas de définir précisément un cadre clair en ce qui concerne les paramètres optimaux afin d'obtenir le maximum de bienfaits. Le type de programme multidisciplinaire à privilégier pour chacune des trois approches (nutrition, activité physique et comportements) varie d'une étude à l'autre et il n'a pas été possible d'identifier de façon précise quelle approche spécifique visant l'activité physique à l'intérieur d'une intervention multidisciplinaire est la plus efficace. Cependant, comme le recommande l'INESSS<sup>22</sup> l'intervention auprès des enfants et des adolescents en surpoids et obèses doit être axée sur les interventions inter ou multidisciplinaire. De plus, il est primordial d'aller au-delà d'une simple réduction de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent et de considérer dans un programme multidisciplinaire toute amélioration de la santé et du bien-être de l'individu<sup>22</sup>.



# Chapitre 5 Objectifs et hypothèses

## 5.1 Objectifs et hypothèses

### 5.1.1 Objectif principal

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'impact de l'activité physique combinée à un programme d'évaluation et d'intervention multidisciplinaire (médecin, nutritionniste, infirmier, psychologue, travailleur social et kinésologue) d'une durée de seize semaines dans la prise en charge de l'obésité chez l'adolescent. Dans le cadre de cette maîtrise, nous nous sommes principalement intéressés à l'impact de l'activité physique combinée à une intervention multidisciplinaire sur la condition physique (capacité aérobie maximale et habiletés motrices) et la composition corporelle d'adolescents en surpoids ou obèses.

### 5.1.2 Objectifs secondaires

- Évaluer l'impact du surpoids et de l'obésité sur la capacité aérobie maximale et les habiletés motrices;
- Évaluer l'impact d'un programme d'intervention multidisciplinaire sur le niveau d'activité physique d'adolescents obèses;
- Évaluer l'impact à long terme d'une intervention multidisciplinaire sur la condition physique (capacité aérobie maximale et habiletés motrices), la composition corporelle et le niveau d'activité physique;
- Évaluer l'impact d'un programme d'intervention multidisciplinaire sur les habitudes de vie d'adolescents obèses.

### 5.1.3 Hypothèses

Au niveau de la composition corporelle, une stabilisation ou une diminution de l'IMC, de la circonférence de taille et du pourcentage de gras corporel sont attendues. La stabilisation ou la diminution de l'IMC est attendue suite à une stabilisation ou à une diminution du poids corporel combinée ou non à une augmentation de la taille.

Au niveau de la condition physique, une amélioration globale de la majorité de ces composantes devrait être observée. En ce qui concerne la condition cardiorespiratoire, on s'attend à une légère amélioration de la capacité aérobie maximale liée à l'augmentation du niveau d'activité physique. Ce progrès ne devrait cependant pas être très marqué puisque l'entraînement vise une amélioration de la capacité fonctionnelle plutôt qu'une amélioration de la capacité aérobie maximale. Du côté des habiletés motrices, de meilleures performances devraient être observées dû à la pratique d'activités physiques variées et régulières durant une période de quatre mois.

Au niveau des habitudes de vie, un changement positif par rapport à la quantité d'activité physique devait être observé. En effet, une augmentation du nombre de pas par jour suite à l'utilisation quotidienne du podomètre au cours du protocole d'intervention devait permettre de maintenir un niveau d'activité physique supérieur à celui observé avant le début de l'étude. De plus, la valorisation de l'entraînement cardiovasculaire et de ses bienfaits tout au long du protocole d'intervention devrait permettre d'acquérir les outils et la motivation nécessaire à une poursuite de l'entraînement de façon individuelle et ainsi, maintenir les bienfaits observés 4 et 8 mois après l'intervention de 16 semaines.

# Chapitre 6 Méthodologie

L'échantillon était composé de 33 adolescents (19 garçons et 14 filles) âgés en moyenne de  $14,0 \pm 1,6$  ans qui présentaient un problème de surpoids ou d'obésité selon les courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS pour le Canada<sup>103, 104</sup>. La participation à cette étude a été faite sur une base volontaire. Le recrutement des participants s'est effectué par l'entremise de l'omnipraticien de chaque sujet ou du Programme vie saine et en santé de la Clinique multidisciplinaire de l'adolescence du Centre de santé et de services sociaux (CSSS) de Chicoutimi. Tous les participants ainsi que leurs parents ou tuteurs ont accordé un consentement éclairé en vue de leur participation au projet. Le projet a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche du CSSS Chicoutimi.

## 6.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

### 6.1.1 Critères d'inclusion :

- IMC pour l'âge situé entre le 85<sup>e</sup> et inférieur au 97<sup>e</sup> percentile (surplus pondéral) ou égal ou supérieur au 97<sup>e</sup> percentile (obésité);
- Garçon ou fille âgé(e) de 11 à 18 ans;
- Ne doivent pas pratiquer plus de 60 minutes d'activité physique d'intensité moyenne à élevée, et ce, plus d'une fois par semaine;
- Caucasien.

### 6.1.2 Critères d'exclusion :

- Problèmes de santé pouvant nuire à la pratique de l'activité physique ou pouvant s'aggraver par une modification du niveau d'activité physique tels que : problèmes cardiaques, douleurs à la poitrine au repos ou à l'effort, étourdissements, problèmes au dos, au genou ou à la hanche, etc. ;
- Consommation de médicaments sur une base journalière qui affectent le métabolisme des lipides, du glucose ou la réponse à l'entraînement [bêta-bloquants, hypolipidémiants, hypoglycémiants, anti-psychotiques, isotrétinoïne (Acutane, Clarus), certains anti-convulsivants comme le dilantin et l'utilisation contraceptive de l'acétate de méthoxyprogestérone (Dépo-provera)];
- Participation à un autre projet de recherche au cours des trois derniers mois.

## 6.2 Description de l'étude

Les participants étaient suivis sur une période de 16 semaines par une équipe multidisciplinaire et avaient à réaliser trois entraînements de groupe supervisés par semaine. Des données physiques, métaboliques, psychologiques et sociales ont été obtenues avant l'intervention (protocole pré-intervention), à intervalles réguliers durant le protocole d'intervention ainsi que 4 et 8 mois après le protocole d'intervention (protocole post-intervention).

### 6.2.1 Phase 1 : Protocole pré-intervention

Cette partie du protocole comprend quatre rencontres (Annexe 1). Tout d'abord, le participant et son tuteur légal ont participé à une rencontre d'information sur le projet où le formulaire de consentement a été présenté. Une fois le formulaire signé par ceux-ci, une rencontre avec le médecin et l'infirmier a eu lieu, et ce, afin de s'assurer que le sujet correspondait aux critères de la recherche. Si sa participation était retenue, un bilan de santé global et la mesure des premières données de composition corporelle étaient effectués. Dans un troisième temps, le sujet et son tuteur ont rencontré le nutritionniste, le psychologue et le travailleur social. Le nutritionniste a évalué l'état nutritionnel, les besoins nutritionnels et a ciblé les modifications alimentaires nécessaires. Le psychologue a évalué plusieurs variables entourant le développement et la dynamique de la personnalité du participant à l'aide de différents questionnaires. Le travailleur social a effectué une évaluation psychosociale auprès des parents et du participant, et ce, en lien avec la relation parents, adolescent et autres enfants de la famille.

Finalement, le participant a rencontré le kinésiologue afin de procéder à une évaluation de sa condition physique. Cette évaluation portait à la fois sur les paramètres anthropométriques et la condition physique du participant. Le participant a aussi complété un journal d'activité physique à l'aide d'un podomètre ce qui a permis d'évaluer le nombre de pas qu'il faisait par jour. Des données anthropométriques telles que le poids, la taille, la circonférence de taille, la circonférence des hanches, la circonférence du biceps (détendu et contracté), la circonférence de la cuisse, la circonférence du mollet, le diamètre du genou et du coude, l'estimation du pourcentage de gras corporel (plis cutanés et bioimpédance) et la force de préhension ont été mesurés afin de dresser un portrait initial du sujet et de quantifier les changements obtenus tout au long de l'étude. De plus, la capacité aérobie maximale du participant a été évaluée sur tapis roulant afin de déterminer sa condition cardiorespiratoire et établir une prescription d'entraînement cardiovasculaire. Finalement, le développement moteur a été évalué à l'aide de différentes habiletés motrices.

### 6.2.2 Phase 2 : Protocole d'intervention

Le programme d'intervention avait une durée de seize semaines (Tableau 4). Durant ces seize semaines, le participant a suivi un programme d'activité physique spécifique, a assisté à des capsules santé et a rencontré les différents intervenants à plusieurs reprises durant le programme d'intervention.

Ainsi, le participant a été soumis à trois séances d'entraînement de groupe supervisées sur une base hebdomadaire (tous les mardis, jeudis et samedis). Chaque participant étant jumelé à un stagiaire en kinésiologie. Les séances d'entraînement avaient une durée approximative de 60 à 90 minutes et comprenaient deux volets : un entraînement cardiovasculaire et une initiation à diverses activités sportives ou physiques. Lors de l'entraînement cardiovasculaire, chaque participant devait suivre le protocole préétabli (Tableau 3) en fonction de sa fréquence cardiaque cible. Celle-ci a été déterminée suite à un test de capacité aérobie maximale progressif sur tapis roulant. Les séances d'entraînement étaient constituées en tout ou en partie de marche rapide, de course et de vélo stationnaire. Elles débutaient par un échauffement dynamique, suivi du protocole d'entraînement et, d'un retour au calme. En tout temps, la fréquence cardiaque réelle et la perception de la difficulté de l'entraînement étaient mesurées à l'aide d'une montre cardiofréquence-mètre de marque Polar (RS300X) et par l'utilisation de l'échelle de perception subjective de l'effort (échelle de Borg). Des recherches ont montré que la perception subjective de l'intensité d'un exercice avec l'échelle de Borg pouvait être une méthode valable pour apprécier l'intensité d'un effort physique<sup>368, 369</sup>. Suite à cette période, suivait une activité physique ou sportive de différents types (badminton, aérobie, hockey cossum, jeux ludiques, pistes hébertistes, escalade, etc.) d'une durée de trente à quarante-cinq minutes dont le but était de maintenir les participants actifs tout en découvrant de nouvelles activités physiques. De plus, les participants devaient assister, à raison d'une fois par semaine, à des capsules santé d'une durée de 30 minutes et portant sur divers sujets (activité physique, alimentation, estime de soi, relations interpersonnelles, motivation, etc.).

**Tableau 3. Présentation détaillée du protocole d'entraînement cardiovasculaire**

Nombre de semaines	Fréquence (séances/semaine)	Intensité (% $VO_{2max}$ )	Durée* (minutes/séances)
2	3	55	30
2	3	55	35
2	3	60	35
2	3	60	40
2	3	65	40
2	3	65	45
4	3	70	50

\* Ne comprends pas les 5 minutes d'échauffement et les 5 minutes de récupération.

En plus des entraînements de type cardiovasculaire, le participant a été encouragé à augmenter sa dépense énergétique reliée aux activités quotidiennes. Ainsi, chaque participant avait son propre podomètre et avait pour objectif d'atteindre les 10 000 pas par jour les journées où il n'y avait pas d'entraînement (augmentation graduelle du nombre de pas). Le participant devait remplir un journal de bord dans lequel il indiquait le nombre de pas et/ou les activités qu'il avait réalisées ainsi que sa motivation hebdomadaire face au programme d'intervention.

À la fin de chacun des mois du programme d'intervention (semaines 4, 8, 12 et 16), le participant a revu les différents intervenants afin de réaliser certaines des évaluations qu'il avait subies lors du protocole pré-intervention (Tableau 4).

### 6.2.3 Phase 3 : Protocole post-intervention

À la fin du protocole d'intervention, le participant n'était plus supervisé en ce qui concerne la pratique de l'activité physique mais était encouragé à poursuivre cette habitude de façon autonome. Après la fin du protocole, il continuait toutefois, s'il le désirait, à rencontrer les différents intervenants (médecin, infirmier, nutritionniste, travailleur social et psychologue) tels qu'il est prévu dans le Programme vie saine et en santé de la Clinique multidisciplinaire de l'adolescence du CSSS de Chicoutimi. De plus, quatre et huit mois après la fin du programme d'intervention, le participant a été réévalué et a dû passer la même batterie de tests que lors du protocole pré-intervention, et ce, afin d'évaluer l'impact à long terme de notre intervention (Tableau 4).



**Tableau 4. Présentation du protocole de recherche — Projet AVIPA**

	Pré-intervention				Intervention				Post-intervention	
	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 4	Sem. 8	Sem. 12	Sem. 16	Mois 4	Mois 8
<i>Équipe multidisciplinaire</i>										
<b>Séance d'information</b>	X									
<b>Formulaire de consentement</b>	X									
<i>Médecin</i>										
<b>Évaluation de la santé globale</b>		X				X		X	X	X
<b>Examen physique</b>		X				X		X	X	X
<b>Critères d'inclusion/exclusion</b>		X								
<i>Infirmier</i>										
<b>Prise des signes vitaux</b> (fréquence cardiaque, respiratoire et tension artérielle)		X			X	X	X	X	X	X
<b>Mesure des données anthropométriques</b> (poids, taille, circonférence de taille et calcul de l'IMC)		X			X	X	X	X	X	X
<b>Prélèvements sanguins</b>		X				X		X	X	X
<i>Nutritionniste</i>										
<b>Journal alimentaire</b>			X			X		X	X	X
<i>Psychologue</i>										
<b>Évaluation psychologique</b>			X			X		X	X	X
<i>Travailleur social</i>										
<b>Évaluation psychosociale</b>			X			X		X	X	X
<i>Kinésiologue</i>										
<b>Mesure des données anthropométriques</b> (poids, taille, circonférence de taille, des hanches, du biceps (détendu et contracté), de la cuisse et du mollet, diamètre du genou et du coude et estimation du pourcentage de gras corporel [plis cutanés et bio-impédance], et calcul de l'IMC)				X		X		X	X	X
<b>Mesure de la condition physique (VO<sub>2max</sub>)</b>				X		X		X	X	X
<b>Mesure des habiletés motrices</b> (course navette de 5 mètres, course en cercle, course en pas chassé, vitesse de bras gauche-droite, test de la marche d'escalier, test de la chaise assis-debout, vitesse de rotation du tronc, capacité fonctionnelle à la marche et force de préhension)				X		X		X	X	X
<b>Mesure du niveau d'activité physique</b> (journal d'activité physique et nombre de pas effectués par jour)				X	X	X	X	X	X	X

## 6.3 Collecte des données

### 6.3.1 Évaluation anthropométrique

#### 6.3.1.1 Mesure de la masse corporelle<sup>370</sup> :

La mesure de la masse corporelle est une composante importante lors de la détermination de l'état nutritionnel, métabolique et de la dépense énergétique du sujet. C'est une mesure fondamentale et essentielle pour quantifier la composition corporelle. La mesure de la masse corporelle a été effectuée à l'aide d'une balance de marque Detecto, installée sur une surface dure, horizontale, stable et exempte de vibrations. Lors de la mesure, le sujet était en position verticale, face à la balance et regardait droit devant lui, pieds légèrement écartés de façon à distribuer le poids également sur les deux pieds. La mesure était prise deux fois et la précision recherchée était de 0,5 kg. Si l'écart entre les deux mesures était supérieur à 0,5 kg, une 3<sup>e</sup> mesure était effectuée. La valeur utilisée est la moyenne des deux mesures les plus rapprochées.

La mesure de la masse corporelle a été prise par l'infirmier et le kinésologue aux semaines 2 et 4 du protocole d'intervention, aux semaines 4, 8, 12 et 16 du protocole d'intervention et à 4 et 8 mois du protocole post-intervention.

#### 6.3.1.2 Mesure de la taille<sup>370, 371</sup> :

La mesure de la taille en position debout est une des mesures physiques fondamentales pour quantifier la taille du corps humain. Elle est également utile afin de déterminer les besoins nutritionnels, la dépense énergétique de l'individu, l'IMC et le pourcentage de masse grasse par l'intermédiaire de l'impédance bioélectrique. Dans cette étude, la mesure de la taille a été effectuée à l'aide d'un stadiomètre de marque Detecto installé sur une surface dure, horizontale et stable, tout en maintenant l'angle du stadiomètre perpendiculaire au sol. Lors de la prise de la mesure, le sujet était en position verticale, dos au stadiomètre afin que la tête, les épaules, les fesses et les talons soient appuyés sur la barre verticale du stadiomètre, tout en maintenant une courbure lombaire naturelle. Le sujet était en short et camisole (femme seulement) et pieds nus. Il devait avoir les mains le long du corps, paumes face aux cuisses, jambes tendues et maintenir la tête droite en regardant droit devant lui. Avant la mesure, le sujet devait prendre une grande inspiration et la maintenir jusqu'à ce que la partie mobile du stadiomètre soit descendue sur sa tête et que la mesure soit terminée. La mesure de la taille était réalisée à deux reprises et la précision recherchée était de 0,1 cm. Si l'écart était supérieur à 0,1 cm, une 3<sup>e</sup> mesure était effectuée. La valeur utilisée pour la taille était la moyenne des deux mesures les plus rapprochées.

La mesure de la taille a été prise par l'infirmier et le kinésologue aux semaines 2 et 4 du protocole pré-intervention, aux semaines 4, 8, 12 et 16 du protocole d'intervention et à 4 et 8 mois du protocole post-intervention.

#### 6.3.1.3 Mesure de l'IMC<sup>22</sup> :

La mesure de l'IMC est fortement corrélée avec la quantité de tissu adipeux et est largement utilisée afin d'indiquer les risques pour la santé. En ce qui concerne son utilisation chez enfants et les adolescents, le résultat obtenu doit être reporté sur la courbe de croissance de l'OMS qui permet de qualifier l'IMC en fonction du sexe et de l'âge. Au Canada, un jeune de 5 à 19 ans est considéré en surpoids lorsque son IMC se situe entre le 85<sup>e</sup> et le 97<sup>e</sup> percentile sur ces courbes alors qu'il est considéré obèse lorsque l'IMC est supérieur au 97<sup>e</sup> percentile . Le calcul de l'IMC se fait à l'aide de la formule suivante : Poids [kg]/ Taille [m]).

La mesure de l'IMC a été calculée par l'infirmier et le kinésologue aux semaines 2 et 4 du protocole pré-intervention, aux semaines 4, 8, 12 et 16 du protocole d'intervention et à 4 et 8 mois du protocole post-intervention.

#### 6.3.1.4 Mesure de la circonférence de taille<sup>371, 372</sup> :

La mesure de la circonférence de taille est une méthode simple, peu couteuse et efficace afin d'estimer la quantité de tissu adipeux intra-abdominal, incluant la graisse viscérale et sous-cutanée. Cependant, chez les enfants et les adolescents, aucune mesure cible de la circonférence de taille n'a encore été avancée. La mesure de la circonférence de taille dans notre étude servira donc de point de référence pour apprécier les différents changements au niveau du gras abdominal chez les participants. La mi-distance entre la douzième côte et la crête iliaque de chaque côté du corps a d'abord été identifiée à l'aide d'un crayon feutre non permanent. Le sujet devait se tenir debout les bras éloignés du corps et la taille dénudée. Un ruban à mesurer flexible de marque Hoechstmass était placé horizontalement sur les points de repère. La mesure était prise à la fin de trois expirations normales, sans toutefois créer de marque à la surface de la peau avec le ruban à mesurer. La mesure était prise deux fois et la précision recherchée était de 0,1 cm. Si l'écart entre les deux premières mesures était supérieur à 0,1 cm, une 3<sup>e</sup> mesure était effectuée. La valeur de la circonférence de taille utilisée était la moyenne des deux mesures les plus rapprochées.

La mesure de la circonférence de taille a été prise par l'infirmier et le kinésologue aux semaines 2 et 4 du protocole pré-intervention, aux semaines 4, 8, 12 et 16 du protocole d'intervention et à 4 et 8 mois du protocole post-intervention.

### 6.3.2 Évaluation de la consommation maximale d'oxygène

La consommation maximale d'oxygène<sup>373</sup> ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) est un facteur qui permet de déterminer la capacité d'un individu à effectuer un exercice soutenu d'endurance aérobie. Cette mesure représente la quantité maximale d'oxygène qu'un sujet peut utiliser lors d'un exercice maximal. La mesure du  $\text{VO}_2\text{max}$  a été réalisée à l'aide d'un test maximal progressif sur tapis roulant. Pour cette épreuve, le participant ne devait pas être à jeun. Le participant devait respirer dans un masque buccal relié à l'appareil K4-B29MC version 9.0 (COSMED, Rome, Italie). L'analyse des échanges gazeux (volume d' $\text{O}_2$  et de  $\text{CO}_2$ ) a été réalisée à partir de l'appareil K4-B29MC. Tout au long du test, le sujet devait respecter le rythme imposé qui augmentait progressivement, et ce, jusqu'à épuisement suivant un protocole par palier où la vitesse et l'inclinaison augmentent aux trois minutes (Tableau 5). L'administration du test cessait si l'une des situations suivantes survenaient : épuisement musculaire, essoufflement trop important, malaise ou demande du participant. La pression artérielle était mesurée avant et après l'administration du test. La fréquence cardiaque et la perception subjective de l'effort selon l'échelle de Borg étaient recueillies avant, pendant et après le test. Les résultats du test lors de la pré-intervention et à mi-chemin de l'intervention nous ont permis de déterminer la fréquence cardiaque maximale et la  $\text{VO}_2\text{max}$  des participants et de calculer la fréquence cardiaque cible qui a été utilisée pour la prescription de l'exercice cardiovasculaire tout au long de la période d'entraînement.

**Tableau 5. Protocole de la mesure du  $\text{VO}_2\text{max}$  sur tapis roulant**

Étapes	Pente	Vitesse
1	0 %	1,7 mile
2	2,5 %	1,7 mile
3	5 %	1,7 mile
4	7 %	2,5 miles
5	9 %	3,4 miles
6	11 %	4,2 miles
7	13 %	5 miles

### 6.3.3 Évaluation du développement moteur, de la force et de la capacité fonctionnelle

Afin d'évaluer le développement moteur des sujets, nous avons utilisé des tests d'habiletés motrices qui mesurent l'habileté, l'agilité ainsi que la vitesse de déplacement et de mouvement<sup>370</sup>. Un test musculaire qui mesure la force de préhension et un test de capacité fonctionnelle à la marche (test de marche de 6 minutes) ont aussi été réalisés<sup>370</sup>. Les différents tests d'habiletés motrices étaient effectués en ordre rotatoire. Tous les tests ont été effectués à deux reprises et le meilleur résultat pour chacun des tests était conservé.

Ces tests ont été effectués par le kinésiologue à la semaine 4 du protocole pré-intervention, aux semaines 8 et 16 du protocole d'intervention et à 4 et 8 mois du protocole post-intervention.

### 6.3.3.1 Descriptions des différents tests d'habiletés motrices :

#### 6.3.3.1.1 Course navette de 5 mètres<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer l'agilité de l'enfant à changer abruptement et complètement la direction de son corps en mouvement, et ce, le plus rapidement possible. Deux lignes parallèles séparées de 5 mètres étaient tracées au sol. Au signal, le sujet devait courir le plus rapidement possible la distance de 5 mètres, traverser complètement la ligne (les deux pieds), exécuter un virage abrupt de 180 degrés et revenir à la ligne de départ. L'enfant devait franchir ainsi une distance de 25 mètres (5 fois, 5m). Le parcours était chronométré et le temps noté avec une précision de 0,1 seconde.

#### 6.3.3.1.2 Course en cercle<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer l'agilité de l'enfant à changer la direction de son corps en mouvement, de manière continue. Un cercle de 3,5 m de diamètre était tracé au sol (un alignement de petits cônes pour délimiter le cercle a été utilisé). Il fallait identifier un point de départ en traçant une ligne au sol. Au signal, le sujet devait réaliser, le plus rapidement possible, 5 tours consécutifs du cercle (la direction de la course était déterminée par le participant). Le parcours était chronométré et le temps noté avec une précision de 0,1 seconde. Une pénalité de 0,5 sec était imposée chaque fois que l'enfant touchait ou traversait la ligne qui délimitait le cercle.

#### 6.3.3.1.3 Course en pas chassés<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer l'agilité de l'enfant à déplacer son corps latéralement, le plus rapidement possible. Deux lignes parallèles séparées par 4 mètres de distances étaient tracées au sol. Le sujet prenait position les deux pieds derrière une des deux lignes. Au signal, l'enfant devait se déplacer d'une ligne à l'autre en pas chassés et franchir les 4 mètres, 5 fois consécutives pour une distance totale de 20 mètres. Aux extrémités, le sujet devait toucher la ligne avec le pied le plus rapproché avant de redémarrer en direction opposée. Les croisements de jambes n'étaient pas permis et le corps de l'enfant devait toujours être orienté face à l'évaluateur (placé directement devant le sujet). Le parcours était chronométré et le temps noté avec une précision de 0,1 seconde.

#### 6.3.3.1.4 Vitesse de bras gauche-droite<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer la vitesse segmentaire à laquelle l'enfant peut faire des mouvements d'abduction et d'adduction horizontale avec le bras dominant. Le sujet était assis à une table sur laquelle étaient dessinés deux cercles de 20 cm de diamètre qui étaient séparés de 60 cm. La main non dominante était placée sur la table, entre les deux cercles et devait rester immobile. Au signal, les doigts de la main

dominante devaient frapper le centre du cercle de droite puis celui de gauche. Le but du test était de réaliser le maximum de touches en 20 secondes. Le nombre de cycles (une touche à droite et une touche à gauche) était calculé et le résultat était multiplié par deux pour obtenir le nombre de touches total.

#### 6.3.3.1.5 Test de la marche d'escalier<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer la vitesse segmentaire à laquelle l'enfant peut bouger ses membres inférieurs. Le sujet est debout, pieds joints face à une marche standard de 20 cm de hauteur. Au signal, il devait déposer le pied droit à plat sur la marche, revenir à la position de départ puis effectuer la même chose avec le pied gauche (ne pas monter sur la marche, seulement la toucher). Le but était d'alterner les touches pied droit, pied gauche, un maximum de fois en 20 secondes. Le nombre de touches total en 20 secondes était calculé.

#### 6.3.3.1.6 Test de la chaise assis-debout<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer la vitesse segmentaire à laquelle l'enfant peut s'asseoir et se relever d'une chaise le plus rapidement possible. Le sujet se tenait debout devant une chaise sans appui-bras, les bras allongés de chaque côté du corps ou croisés sur la poitrine. Au signal, il devait s'asseoir et se relever le plus de fois possible en 20 secondes. Le but était de s'asseoir et de se relever, sans l'aide de ses bras, et ce, un maximum de fois en 20 secondes. Le nombre de fois où le sujet a pu s'asseoir en 20 secondes était calculé.

#### 6.3.3.1.7 Vitesse de rotation du tronc<sup>370</sup> :

Ce test consiste à mesurer la vitesse segmentaire à laquelle l'enfant peut exécuter des torsions et des rotations du tronc. Le sujet était debout, mains jointes, entre deux tables séparées de 1 m de distance, sur lesquelles étaient dessinées deux cercles de 20 cm de diamètre. Le but était d'obtenir un angle de torsion ou de rotation de 45 degrés (90 degrés pour torsion-rotation). Au signal, le sujet devait toucher chacun des cercles à tour de rôle en gardant les mains jointes. Le but était de toucher les cercles un maximum de fois en 20 secondes. Le nombre de touches totales en 20 secondes était calculé.

### 6.3.3.2 Descriptions du test de force de préhension :

Ce test consiste à mesurer la force de préhension des mains (tension maximale développée par les muscles de l'avant-bras et de la main)<sup>370</sup>. Le sujet doit être debout, pieds collés. La poignée de l'appareil (dynamomètre manuel de marque Smedley) est ajustée selon le confort du sujet (angle au niveau de la deuxième articulation d'environ 90°). Le dynamomètre doit être maintenu en ligne avec l'avant-bras, au niveau de la cuisse. Le sujet doit serrer vigoureusement la poignée du dynamomètre en exerçant le

maximum de force pendant 4-5 secondes. Durant l'épreuve, la main et la poignée du dynamomètre ne doivent pas entrer en contact avec quoi que se soit. La force de la main droite puis de la main gauche est mesurée avec une précision de 0,5 kg. Les mesures sont répétées une seconde fois, si la différence entre les mesures est de plus de 0,5 kg, une troisième mesure est prise.

#### *6.3.3.3 Descriptions du test de marche de 6 minutes :*

Ce test consiste à mesurer la capacité de l'enfant à se déplacer en marchant et en évitant les arrêts et les départs (risque d'occasionner une fatigue musculaire accru des jambes)<sup>374</sup>. Le sujet doit marcher le plus rapidement possible (sans courir) pendant 6 minutes, sur une distance de 30 mètres en faisant des allers-retours. Le but est de parcourir la plus grande distance possible en 6 minutes. La distance totale parcourue est calculée.

#### **6.3.4 Évaluation du niveau d'activité physique**

Afin d'évaluer la quantité d'activité physique pratiquée, le sujet était appelé à compléter un journal d'activité physique à toutes les semaines. Les journaux d'activité physique étaient complétés à l'aide de deux outils : le podomètre et l'échelle de Borg.

Le podomètre (Steps Count<sup>md</sup> SC-01) est un appareil relativement fiable. Celui-ci est un bon indicateur de la pratique d'activité physique journalière. C'est aussi un outil objectif qui a démontré sa fiabilité et son efficacité dans la recherche et la pratique<sup>375, 376</sup>. Il permet d'obtenir une rétroaction immédiate et de constater le nombre de pas effectués chaque jour. Le sujet pouvait ainsi modifier son objectif de départ à la hausse, et ce, tout au long de l'étude dans le but d'atteindre un total de 10 000 pas par jour<sup>377</sup>. À partir de ces résultats, il était possible d'estimer le niveau d'activité physique sur la base du nombre de pas quotidien.

Comme le podomètre perd de son efficacité lors de la pratique d'activités physiques<sup>377-379</sup>, le sujet avait à noter toutes activités autres que la marche dans son journal d'activité physique et à estimer la durée en minutes de cette activité. Afin d'évaluer l'intensité de l'exercice, le participant avait à indiquer sa perception subjective de l'effort (échelle de Borg) pour chacune des activités pratiquées.

#### **6.3.5 Collecte de données lors des entraînements**

Lors des entraînements, nous utilisons des montres cardio-fréquencemètres de marque Polar modèle RS300X afin d'avoir la fréquence cardiaque à l'effort en temps réel et de nous assurer que le participant respectait l'intensité prescrite. De plus, l'échelle de Borg était utilisée afin d'évaluer la perception subjective de l'effort sur une échelle de 6 à 20 après chacun des entraînements. Plus le participant juge que l'effort est intense, plus il indiquera une valeur élevée sur l'échelle de Borg. Toutes les données étaient compilées à la fin de chacun des entraînements (Annexe 2).

### 6.3.6 Analyses statistiques

Les différences entre les garçons et les filles ont été analysées par un test  $t$  de Student non apparié. Les différences observées entre les différents temps de notre protocole de recherche ont été quantifiées par des analyses à mesures répétées utilisant une structure de dépendance hétérogène symétrique. Dans toutes les analyses, une valeur de  $p$  plus petite ou égale à 0,05 était considérée comme significative. Les données ont été analysées avec le logiciel d'analyses statistiques SAS v9.1 (SAS Institute inc., Cary, NC).



# Chapitre 7 Résultats

## 7.1 Population

L'échantillon était composé d'un total de 33 participants, 19 garçons ( $13,9 \pm 1,6$  ans) et 14 filles ( $14,1 \pm 1,5$  ans) qui présentaient un problème de surpoids ou d'obésité. Ces derniers étaient aussi considérés sédentaires mais ne présentaient aucune limitation pouvant nuire ou s'aggraver suite à la pratique d'activités physiques. De plus, ils ne consommaient aucun médicament affectant le métabolisme des lipides, du glucose ou la réponse à l'entraînement. La participation au projet s'est effectuée sur une base volontaire. Au total, 29 participants (16 garçons et 13 filles) ont terminé la période d'intervention de 4 mois alors que 24 participants (15 garçons et 9 filles) se sont présentés aux rendez-vous de suivi 8 mois et 12 mois après la fin de l'intervention.

Le tableau 6 présente les résultats pour l'ensemble des participants (garçons et filles) alors que les tableaux 7 et 8 présentent les résultats pour les garçons et les filles, respectivement.

## 7.2 Anthropométrie

Au début de l'intervention, tous les participants présentaient un IMC supérieur au 97<sup>e</sup> percentile sur la courbe de croissance, et ce, autant chez les garçons que chez les filles. De plus, 32 % des garçons et 36 % des filles présentaient un IMC supérieur au 99,9<sup>e</sup> percentile sur la courbe de croissance. Les données de circonférence de taille ont également été analysées, bien qu'il n'existe aucune norme chez l'enfant et l'adolescent, nous avons comparé ses résultats aux normes chez l'adulte. Pour l'ensemble des sujets, la mesure de la circonférence de taille ( $102,4 \pm 11,16$  cm) a permis d'observer la présence d'obésité abdominale comparable à celle d'un homme adulte ( $> 102$  cm). Chez les garçons, 32 % d'entre eux présentaient une circonférence de taille  $\geq 102$  cm associée à la présence d'obésité abdominale chez l'adulte. De plus, 47 % des garçons présentaient une circonférence de taille  $\geq 94$  cm associée à un risque accru de développer de l'obésité abdominale. Chez les filles, toutes les participantes présentaient une circonférence de taille largement supérieure à la limite chez la femme ( $\geq 88$  cm). En effet, 29 % des filles ont une circonférence de taille  $\geq 94$  cm et 64 %  $\geq 102$  cm.

Durant la période d'intervention d'une durée de 4 mois, aucun changement significatif n'a été observé en ce qui concerne le poids corporel, et ce, pour l'ensemble des participants (Tableau 6). Cependant, la taille a augmenté de façon significative ( $p < 0,0001$ ). Par conséquent, on remarque une diminution de près d'une unité de l'IMC au cours de la période d'intervention ( $33,6 \pm 5,3$  kg/m à  $32,7 \pm 5,4$  kg/m,  $p = 0,0002$ ). Ainsi, 19% des garçons et 31% des filles présentaient un IMC supérieur au 99,9<sup>e</sup> percentile à la fin de l'étude. De plus, un des participants était même classé dans la catégorie surpoids. Des résultats similaires ont été observés en ce qui concerne la circonférence de taille. En effet, elle est passée de 102,4 cm à 100,5 cm ( $p = 0,0544$ ). Toutefois, seulement 4 mois après la fin de la période d'intervention, l'IMC et la circonférence de taille étaient revenus à leurs valeurs initiales. Ainsi près de 40% des

garçons et des filles présentaient un IMC supérieur au 99,9<sup>e</sup> percentile et 60% d'entre eux un IMC supérieur au 97<sup>e</sup> percentile. Des données similaires, mais non significatives, ont été observées lorsque les analyses ont été réalisées chez les garçons et les filles séparément (Tableaux 7 et 8).

### **7.3 Habiletés motrices**

Aucune variation significative des habiletés de course reliées à l'agilité à changer de direction soit abruptement (course navette de 5 m), en mouvement (course en cercle) ou de façon latérale (course en pas chassés) n'a été observée à la fin de la période d'intervention, et ce, autant chez les filles que chez les garçons. Seule une diminution significative du temps nécessaire pour accomplir la course navette de 5 m a été observée pour l'ensemble des participants 8 mois après la fin de l'intervention ( $p=0,0205$ ).

Cependant, on remarque que les habiletés motrices reliées à la vitesse segmentaire (membres supérieurs, membres inférieurs et tronc) se sont significativement améliorées à la fin de la période d'intervention de 4 mois, et ce, pour l'ensemble des participants. En effet, on note une amélioration significative aux tests de la vitesse de rotation du tronc ( $p<0,0001$ ), de la chaise assis-debout ( $p=0,0002$ ), de la vitesse de bras gauche-droite ( $p<0,0001$ ) et de la marche d'escalier ( $p<0,0001$ ). Il est aussi intéressant de mentionner que les améliorations notées lors du protocole d'intervention de 4 mois pour les tests de la vitesse de rotation du tronc ( $p<0,0001$ ), de la vitesse de bras gauche-droite ( $p<0,0001$ ) et de la marche d'escalier ( $p<0,0001$ ) ont été maintenues 8 mois après la fin de l'intervention. Lorsque les garçons et les filles ont été analysés séparément, on remarque que les améliorations notées semblent plus importantes chez les garçons que chez les filles.

### **7.5 Capacité aérobie maximale**

Au début de l'intervention, on a observé un  $\dot{V}O_2\text{max}$  plus faible chez les filles ( $28,9 \pm 4,6$  ml  $O_2$ /kg/min) que chez les garçons ( $32,3 \pm 5,9$  ml  $O_2$ /kg/min). Cependant, selon les normes disponibles, le  $\dot{V}O_2\text{max}$  des filles est qualifié de faible alors que celui des garçons de très faible. Aucun changement significatif n'a été observé en ce qui concerne la capacité aérobie maximale durant la période d'intervention, et ce, pour l'ensemble des participants. Cependant, le  $\dot{V}O_2\text{max}$  mesuré 8 mois après la fin de l'intervention est plus faible que les valeurs obtenues au début ( $p=0,0524$ ) et à la fin de la période d'intervention de 4 mois ( $p=0,0128$ ).

### **7.6 Capacité fonctionnelle**

Chez l'ensemble des participants, on note une amélioration significative des résultats au test de marche de 6 minutes 2 mois après le début du protocole d'intervention ( $p=0,0138$ ). Cependant, 4 mois après le début de l'intervention, on ne notait aucune amélioration significative de la capacité fonctionnelle des participants.

**Tableau 6. Analyse des caractéristiques physiques et de la condition physique des sujets du projet AVIPA – filles et garçons**

Variables	Période d'intervention						Période de suivi post-intervention					
	0 mois			2 mois			4 mois			8 mois		
	19/14			17/13			16/13			15/9		
Nombre de sujets (garçons/filles)												
Âge (années)	14,0	±	1,6	-			-			-		
Poids (kg)	91,7	±	20,9	89,8	±	19,3	90,2	±	19,9	95,1	±	21,3*†‡
Taille (m)	1,64	±	0,10	1,65	±	0,10*	1,66	±	0,10*†	1,67	±	0,10*†‡
Indice de masse corporelle (kg/m)	33,6	±	5,3	32,8	±	5,2*	32,7	±	5,4*	34,1	±	6,1†‡
Circonférence de taille (cm)	102,4	±	11,6	100,5	±	11,1*	100,5	±	12,1*	104,9	±	13,7†‡
Test de course navette de 5 m (sec)	11,1	±	1,1	10,5	±	1,2*	11,1	±	1,2†	10,7	±	0,9
Test de course en cercle (sec)	21,6	±	2,2	20,4	±	1,9*	21,4	±	2,8†	20,5	±	2,2
Test de course en pas chassés (sec)	10,9	±	1,9	11,4	±	2,2	10,1	±	1,5†	10,5	±	2,1
Test de rotation du tronc (touches/20 sec)	40	±	7	53	±	7*	61	±	10*†	58	±	9*
Test de la chaise assis-debout (touches/20 sec)	13	±	3	14	±	2	15	±	2*†	14	±	2‡
Test de vitesse de bras gauche-droite (touches/20 sec)	81	±	12	85	±	8	97	±	14*†	94	±	12*†
Test de la marche d'escalier (touches/20 sec)	32	±	4	39	±	11*	36	±	4*	35	±	5*
Force de préhension de la main droite (kg)	29	±	9	29	±	8	29	±	8	31	±	9
Force de préhension de la main gauche (kg)	27	±	8	27	±	8	28	±	8	29	±	9
VO <sub>2max</sub> (ml O <sub>2</sub> /kg/min)	30,9	±	5,5	33,0	±	6,8	33,3	±	8,9	30,2	±	7,4†
Test de marche de 6 min (m)	597	±	58	636	±	64*	601	±	84	606	±	71
Nombre moyen de pas par jour par semaine	6832	±	2529	9025	±	2746	8945	±	3011			

Valeurs moyennes ± déviation standard. \*Significativement différent du début de la période d'intervention (p<0,0357); †Significativement différent du temps 2 mois (p<0,0360);

‡Significativement différent du temps 4 mois (p<0,0205); §Significativement différent du temps 4 mois post-intervention (p<0,0070) et &Significativement différent du temps 8 mois post-intervention (p<0,05).

Pvalue = p<0,05

\* ≠ 0 mois période d'entraînement

† ≠ 2 mois période d'entraînement

‡ ≠ 4 mois période d'entraînement

§ ≠ 4 mois période de suivi post-entraînement

& ≠ 8 mois période de suivi post-entraînement

**Tableau 7. Analyse des caractéristiques physiques et de la condition physique des sujets du projet AVIPA – garçons**

Variables	Période d'intervention						Période de suivi post-intervention					
	0 mois			2 mois			4 mois			8 mois		
Nombre de sujets	19			17			16			15		
Âge (années)	13,9	±	1,6	-			-			-		
Poids (kg)	89,3	±	23,8	88,7	±	22,3	89,4	±	23,6	94,2	±	24,3*†‡
Taille (m)	1,66	±	0,13	1,67	±	0,12*	1,68	±	0,12*†	1,69	±	0,12*†‡§
Indice de masse corporelle (kg/m)	32,1	±	5,4	31,6	±	5,4	31,4	±	5,8	32,6	±	6,2‡
Circonférence de taille (cm)	100,9	±	13,5	100,8	±	13,2	100,3	±	14,3	103,6	±	15,0
Test de course navette de 5 m (sec)	10,8	±	1,2	10,1	±	1,0*	10,7	±	1,1	10,4	±	0,9
Test de course en cercle (sec)	20,6	±	1,5	19,8	±	1,6	20,7	±	2,9	19,8	±	1,7
Test de course en pas chassés (sec)	10,8	±	2,2	11,1	±	2,2	9,8	±	1,4†	10,2	±	1,7
Test de rotation du tronc (touches/20 sec)	42	±	7	55	±	6*	64	±	10*†	61	±	7*†
Test de la chaise assis-debout (touches/20 sec)	13	±	3	14	±	3	15	±	3*†	13	±	2‡
Test de vitesse de bras gauche-droite (touches/20 sec)	81	±	14	86	±	8	99	±	18*†	95	±	10*†
Test de la marche d'escalier (touche/20 sec)	32	±	5	40	±	14	38	±	4*	35	±	5*
Force de préhension de la main droite (kg)	33	±	10	31	±	9	32	±	9	34	±	9
Force de préhension de la main gauche (kg)	29	±	8	29	±	9	31	±	9	32	±	9
VO <sub>2max</sub> (ml O <sub>2</sub> /kg/min)	32,3	±	5,9	34,7	±	7,7	35,6	±	8,3	32,2	±	7,9
Test de marche de 6 min (m)	612	±	49	644	±	67	618	±	97	608	±	70
Nombre moyen de pas par jour par semaine	7470	±	2782	9998	±	2385	9195	±	3116			

Valeurs moyennes ± déviation standard. \*Significativement différent du début de la période d'intervention (p<0,04); †Significativement différent du temps 2 mois (p<0,0455);

‡Significativement différent du temps 4 mois (p<0,0166); §Significativement différent du temps 4 mois post-intervention (p<0,0312) et &Significativement différent du temps 8 mois post-intervention (p<0,05).

Pvalue = p<0,05

\* ≠ 0 mois période d'entraînement

† ≠ 2 mois période d'entraînement

‡ ≠ 4 mois période d'entraînement

§ ≠ 4 mois période de suivi post-entraînement

& ≠ 8 mois période de suivi post-entraînement

**Tableau 8. Analyse des caractéristiques physiques et de la condition physique des sujets du projet AVIPA – filles**

Variables	Période d'intervention						Période de suivi post-intervention					
	0 mois			2 mois			4 mois			8 mois		
Nombre de sujets	14			13			13			9		
Âge (années)	14,1	±	1,5	-			-			-		
Poids (kg)	94,9	±	16,5	91,2	±	15,3*	91,2	±	14,9*	96,6	±	16,1
Taille (m)	1,63	±	0,06	1,62	±	0,06	1,63	±	0,05*	1,63	±	0,04
Indice de masse corporelle (kg/m)	35,7	±	4,6	34,5	±	4,5*	34,3	±	4,6*	36,4	±	5,3
Circonférence de taille (cm)	104,4	±	8,4	100,2	±	7,9*	100,7	±	9,1	107,1	±	11,6†
Test de course navette de 5 m (sec)	11,4	±	0,9	11,0	±	1,2	11,6	±	1,2	11,2	±	0,8
Test de course en cercle (sec)	22,8	±	2,3	21,3	±	2,1*	22,3	±	2,5	21,8	±	2,4
Test de course en pas chassés (sec)	11,0	±	1,5	11,8	±	2,2	10,5	±	1,5†	11,0	±	2,7
Test de rotation du tronc (touches/20 sec)	38	±	6	51	±	7*	56	±	8*	53	±	9*
Test de la chaise assis-debout (touches/20 sec)	12	±	2	13	±	2	14	±	2*	14	±	2
Test de vitesse de bras gauche-droite (touches/20 sec)	82	±	11	84	±	7	95	±	9*†	94	±	16
Test de la marche d'escalier (touches/20 sec)	31	±	4	38	±	4*	34	±	4	35	±	5
Force de préhension de la main droite (kg)	25	±	6	26	±	6	26	±	5	26	±	6
Force de préhension de la main gauche (kg)	25	±	7	24	±	6	25	±	5	24	±	6
VO <sub>2max</sub> (ml O <sub>2</sub> /kg/min)	28,9	±	4,6	30,3	±	4,2	29,5	±	8,9	26,7	±	5,4
Test de marche de 6 min (m)	579	±	66	625	±	61	581	±	62	602	±	78
Nombre moyen de pas par jour par semaine	5839	±	1786	7835	±	2812	8569	±	3094			

Valeurs moyennes ± déviation standard. \*Significativement différent du début de la période d'intervention (p<0,0445); †Significativement différent du temps 2 mois (p<0,0363);

‡Significativement différent du temps 4 mois (p<0,0389); §Significativement différent du temps 4 mois post-intervention (p<0,05) et &Significativement différent du temps 8 mois post-intervention (p<0,05).

Pvalue = p<0,05

\* ≠ 0 mois période d'entraînement

† ≠ 2 mois période d'entraînement

‡ ≠ 4 mois période d'entraînement

§ ≠ 4 mois période de suivi post-entraînement

& ≠ 8 mois période de suivi post-entraînement



## Chapitre 8 Discussion

Un des objectifs principaux de cette étude était d'évaluer l'impact de l'activité physique combinée à un programme d'évaluation et d'intervention multidisciplinaire dans la prise en charge de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent. Dans le cadre de cette maîtrise, l'impact de l'activité physique combinée à une intervention multidisciplinaire sur la composition corporelle et la condition physique a été évalué.

Durant la période d'intervention, l'IMC a diminué de façon significative pour l'ensemble des participants. Lorsque les analyses étaient réalisées par sexe, on notait aussi une diminution de l'IMC chez les filles alors que celui-ci était demeuré stable chez les garçons. Cependant, pour l'ensemble des participants, la taille a augmenté de façon significative tout au long de l'étude. La différence entre les variations de l'IMC chez les garçons et les filles peut donc s'expliquer par une diminution significative du poids corporel chez les filles alors que cette variable était stable chez les garçons, et ce, malgré une augmentation plus importante de la taille chez les garçons que chez les filles. L'augmentation de la taille tout au long du programme était attendue dû à l'âge et au stade de développement des participants. La stabilisation du poids corporel peut quant à elle s'expliquer par le fait que le volet nutrition du programme multidisciplinaire de l'étude ne comportait pas de régime de restriction calorique en accord avec les recommandations de gestion du poids corporel chez l'enfant et l'adolescent de l'INESSS<sup>22</sup>. De plus, l'utilisation de l'activité physique (programme d'exercice physique, augmentation du niveau d'activité physique et diminution du niveau de sédentarité) seule, rend difficile l'atteinte d'une balance énergétique négative qui favoriserait la diminution du poids corporel. Les variations de l'IMC durant la période d'intervention s'expliquent par l'augmentation significative de la taille associée à une stabilisation (garçons) ou une diminution (filles) du poids corporel. Les résultats sont comparables aux études utilisant des programmes multidisciplinaires de gestion du poids corporel incluant l'activité physique, mais sans restriction calorique<sup>340-342, 346, 347</sup>. Il est toutefois intéressant d'ajouter que même si les participants n'ont pas eu de perte de poids significative durant le protocole d'intervention, la stabilisation de la prise de poids, habituellement linéaire et fréquente chez cette clientèle<sup>341, 343</sup>, est un effet positif non négligeable. De plus, la circonférence de taille a diminué de façon significative pour l'ensemble des participants et pour les filles seulement alors que, comme pour l'IMC, elle est restée stable chez les garçons. L'absence de variation de la circonférence de taille chez les garçons peut s'expliquer par la stabilisation du poids chez ces derniers durant l'intervention. La diminution de la circonférence de taille est semblable à d'autres études multidisciplinaires incluant l'activité physique sans régime de restriction calorique<sup>311, 340</sup>. Durant la période de suivi, un retour aux valeurs initiales de circonférence de taille a été observé pour l'ensemble des participants et pour les filles seulement. Ce retour aux valeurs initiales de l'IMC et de la circonférence de taille peut être attribuable à la fin de la période d'intervention et au regain de poids corporel observé durant cette période et suggère que les participants à l'étude n'ont pu continuer de maintenir les changements apportés au niveau de leurs habitudes de vie (nutrition et activité physique).

Aucune variation significative des habiletés motrices associées au déplacement (agilité à changer de direction abruptement, en mouvement ou de façon latérale) n'a été observée durant la période d'intervention ou de suivi. Ces résultats suggèrent que les entraînements et les activités physiques pratiquées durant la période d'intervention n'ont pas suffi à améliorer ces composantes, soit dues à des activités physiques qui ne favorisaient pas la pratique de ses habiletés motrices, soit par une période d'intervention trop courte. Cependant, on a observé une amélioration significative des habiletés motrices reliées à la vitesse segmentaire des membres supérieurs, inférieurs et du tronc durant la période d'intervention. Ces changements ont d'ailleurs perduré 8 mois après la fin de la période d'intervention pour 3 des 4 tests évalués (vitesse de rotation du tronc, la vitesse de bras gauche-droite et test de la marche d'escalier). Une différence a été observée entre les garçons et les filles quant au maintien de l'amélioration de ces habiletés motrices. En effet, chez les filles, seule la vitesse de rotation du tronc a été maintenue durant la période de suivi. Les études évaluant les habiletés motrices chez les enfants et les adolescents en surpoids et obèses utilisent différentes évaluations difficilement comparables. Cependant, certaines études<sup>336, 353, 366</sup> ont également démontrés une amélioration des habiletés motrices suite à une perte de poids lors d'intervention multidisciplinaire.

La capacité aérobie maximale a été évaluée par un test sur tapis roulant selon le protocole de Bruce modifié. Bien que la course puisse être associée à des blessures, notamment aux membres inférieurs, chez l'enfant obèse, ce test d'une durée maximale de 12 minutes a été arrêté dans la plupart des cas avant l'atteinte du plateau de FC ou de consommation maximale d'oxygène, et ce, dû à l'inconfort provoqué par l'essoufflement ou par des douleurs aux jambes associées à la pente du tapis roulant. Les risques de blessures étaient donc faibles auprès des participants mais on peut se questionner relativement à la validité de ce test. Néanmoins, les sujets ont été évalués par un test sur tapis roulant dont les résultats sont restés stable durant la période d'intervention avec une tendance à diminuer durant la période de suivi chez l'ensemble des participants. Ces résultats s'expliquent par le fait que les entraînements visaient une augmentation du niveau d'activité physique plutôt qu'une amélioration de la capacité aérobie maximale. Cependant, il aurait été intéressant de comparer la consommation d'oxygène des participants aux différents paliers du test pour voir s'il s'était amélioré. En effet, même si le  $VO_2\text{max}$  n'a pas varié, il est possible que la demande en oxygène pour réaliser le test ait été plus faible suite à l'entraînement ce qui dénoterait une condition physique globale améliorée. Des résultats similaires ont été observés dans une étude de Lazzer et coll.<sup>352</sup> où aucune variation significative du  $VO_2\text{max}$  n'a été observée suite à une intervention multidisciplinaire de perte de poids d'une durée de 9 mois. Dans cette étude, 27 adolescents obèses âgés de 12 à 16 ans ont participé au programme incluant une restriction calorique modérée, de l'éducation sur la nutrition, un programme d'entraînement et des activités physiques régulières. Le programme d'entraînement physique d'une durée de 40 min, à raison de 2 fois par semaine, incluait différents exercices d'endurance et de force. Lors des exercices d'endurance, les sujets devaient maintenir leur fréquence cardiaque entre 55% et 60% de leur  $VO_2\text{max}$  initiale ce qui n'a pas été suffisant pour augmenter leur  $VO_2\text{max}$  à la fin du programme. Cependant, des études ont démontré une amélioration significative du  $VO_2\text{max}$  suite



a un programme d'intervention multidisciplinaire<sup>346, 359, 366</sup>. Dans une étude de Bianchini et coll.<sup>359</sup>, 44 adolescents obèses de 10-18 ans ont participé à un programme multidisciplinaire de gestion du poids corporel (changements des habitudes de vie, éducation sur la nutrition, l'activité physique et participation à un programme d'exercice physique). Les sujets devaient participer à 3 séances d'entraînement par semaine pour toute la durée du programme (16 semaines) et devaient maintenir une fréquence cardiaque entre 60% et 89% de leur fréquence cardiaque maximale ce qui a été suffisant pour améliorer de façon significative leur VO<sub>2</sub>max. Une étude similaire de Carrel et coll.<sup>380</sup> a également démontré des résultats semblables en ce qui concerne l'amélioration du VO<sub>2</sub>max. Ainsi, les variations significatives ou non du VO<sub>2</sub>max peuvent être en grande partie attribuable à la fréquence cardiaque cible utilisée lors des différents entraînements physiques.

L'évaluation de la capacité fonctionnelle à l'aide d'un test de marche d'une durée de 6 min n'a pas permis d'observer de variations significatives au cours de la période d'intervention ou de suivi. Bien que cet outil soit habituellement utilisé pour l'évaluation de la capacité fonctionnelle chez la personne âgée, il a également démontré son efficacité chez l'enfant obèse<sup>381-383</sup>. Cependant, les limites de ce test qui doit s'effectuer exclusivement à la marche et la longueur du test peuvent expliquer un manque de motivation des participants qui pourraient affecter la validité des résultats obtenus. Peu d'études multidisciplinaires similaires au projet AVIPA ont utilisé le test de marche de 6 minutes afin d'évaluer la capacité fonctionnelle rendant difficile la comparaison des résultats obtenus avec d'autres études. Cependant, une étude de Calders et coll.<sup>384</sup> a noté une amélioration significative des résultats au test de marche de 6 min suite à un programme d'intervention multidisciplinaire d'une durée de 3 mois. D'autres études<sup>346, 352</sup> ont également observé une amélioration de la condition physique à l'aide de différents tests difficilement comparable au test de marche de 6 minutes.

Il est toutefois pertinent de souligner que cette étude comporte certaines limites. En effet, notre échantillon n'est pas représentatif de ce sous-groupe de la population puisque nous avons seulement 33 sujets. De plus, nous n'avons pas de groupe témoin. Aussi, la grande variabilité au niveau de l'âge des sujets peut entraîner un biais lors de l'analyse statistique des résultats. Une autre limite de l'étude est l'utilisation de différents outils, entre autres, pour la classification du surpoids et de l'obésité, pour l'évaluation de la condition physique et de différents paramètres anthropométriques qui ne font pas consensus au niveau mondial. De plus, chacune de ces méthodes de mesure comporte ses limites respectives. Finalement, il est difficile d'évaluer de façon spécifique l'efficacité d'une composante précise (activité physique) à l'intérieur d'un programme qui implique plusieurs modalités.



## Chapitre 9 Conclusion et perspectives

Au cours des dernières années, plusieurs travaux ont contribué à raffiner notre compréhension du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent. Malgré l'absence d'un consensus internationale quant à sa définition et sa classification, on observe que sa prévalence mondiale atteint désormais un niveau alarmant, et ce, particulièrement chez les jeunes présentant une obésité sévère. La compréhension grandissante de ses effets sur la santé physique, psychologique et sociale des enfants et adolescents nous permet d'avancer que cette condition, en plus d'être associée à une plus grande probabilité de surpoids à l'âge adulte, entraîne l'apparition de problèmes de santé qu'on croyait, jusqu'à récemment, réservés aux adultes. L'étiologie du surpoids et de l'obésité peut sembler de prime abord assez simple puisqu'elle résulte d'un déséquilibre entre l'apport et la dépense énergétique. Toutefois, la compréhension de ce phénomène n'en demeure pas moins complexe. En effet, de nombreux facteurs intrinsèques (comportements obésogènes, prédisposition biologique) et extrinsèques (environnement obésogène) modulent et régissent les fluctuations du poids corporel.

En plus des nombreuses initiatives mises en place afin de prévenir l'apparition d'un surplus de poids chez les enfants et les adolescents, il importe de développer des traitements axés sur la gestion du poids corporel. En ce sens, l'INESSS recommande l'utilisation d'intervention intégrée portant sur les habitudes de vie saine dans la prise en charge du surpoids et de l'obésité. Dans ses recommandations, l'INESSS souligne que l'intervention multidisciplinaire doit comprendre des actions axées sur les changements de comportement, la nutrition et l'activité physique. L'importance de l'activité physique régulière dans le traitement du surpoids et de l'obésité ainsi que de ses conséquences sur la santé est bien documentée chez l'adulte. Cependant, son rôle et sa prescription dans le traitement de l'obésité ne sont pas aussi clairs chez l'enfant et l'adolescent. Il a été souligné qu'un niveau adéquat d'activité physique pouvait avoir des effets positifs sur la gestion du poids corporel et les problèmes de santé qui en découlent. De plus, la participation à des activités physiques semble influencer de façon positive le développement moteur et entraîner une participation accrue aux activités physiques. Cependant, l'utilisation de l'activité physique seule semble beaucoup moins efficace que lorsqu'elle est incluse dans un programme multidisciplinaire de gestion du poids corporel. Malgré les bienfaits non négligeables de l'activité physique sur le contrôle du poids corporel et la condition physique des enfants et adolescents en surpoids ou obèses, ses effets associés à un programme d'intervention multidisciplinaire ne sont pas bien définis. Par conséquent, nous nous sommes intéressés au rôle de l'activité physique combiné à une prise en charge multidisciplinaire sur les marqueurs anthropométriques (IMC, poids et circonférence de taille) et la condition physique (habiletés motrices, aptitude aérobie et capacité fonctionnelle) d'enfants et d'adolescents en surpoids et obèses.

Dans le cadre de cette maîtrise, l'objectif principal était d'évaluer l'impact à court (période d'intervention) et long terme (<12 mois) de l'activité physique combinée à une intervention multidisciplinaire sur la composition corporelle et

la condition physique d'adolescents en surpoids ou obèses. Au niveau de la composition corporelle, l'intervention multidisciplinaire a été efficace afin de diminuer l'IMC et la circonférence de taille des participants durant la période d'intervention. Toutefois, la période de suivi a été associée à un retour de l'IMC et de la circonférence de taille vers les valeurs initiales. Au niveau de la condition physique, les résultats observés suggèrent que la pratique d'activité physique variée et régulière dans le cadre d'un programme multidisciplinaire supervisé d'une durée de 4 mois est efficace dans l'amélioration de certaines habiletés motrices (vitesse segmentaire) et que la majorité de ces acquis perdurent dans le temps (<12 mois), et ce, malgré le retour à des données anthropométriques (poids, IMC et circonférence de taille) semblables aux valeurs initiales. Le  $\dot{V}O_2\text{max}$  est resté similaire aux valeurs initiales, ce résultat était attendu puisque le programme d'exercice axé sur la capacité fonctionnelle ne visait pas l'amélioration de cette composante. Cependant, le test de marche de 6 minutes n'a pu démontrer une amélioration de la capacité fonctionnelle chez les participants. Ainsi, bien que le protocole d'intervention a permis d'améliorer ou de stabiliser certains paramètres anthropométriques (IMC, poids corporel, circonférence de taille) et certaines habiletés motrices (vitesse segmentaire), seules les améliorations significatives obtenues pour les habiletés motrices ont pu être observées suite à la période de suivi (<12 mois). Néanmoins, la stabilisation des paramètres anthropométriques pour toute la durée de l'étude est un bienfait non négligeable de ce programme d'intervention multidisciplinaire.

Afin d'éviter ce retour aux valeurs initiales, plusieurs avenues sont possibles. Tout d'abord, bien que les interventions multidisciplinaires semblent le plus efficaces parmi les différents traitements offerts, il reste difficile d'évaluer l'efficacité d'une composante spécifique à l'intérieur d'un programme qui implique plusieurs modalités de traitement. En effet, chacune des composantes (alimentation, activité physique et stratégies de changement de comportement) peut être administrée de différentes façons et engendrer divers résultats. À cet effet, il est primordial pour le futur de s'assurer d'utiliser les stratégies les plus éprouvées dans chacun des volets de l'intervention multidisciplinaire afin d'améliorer l'efficacité de notre programme et l'évaluation de ses effets. Cependant, il est clairement reconnu que pour être efficace, un programme de gestion du poids doit comprendre au moins deux composantes des composantes suivantes : l'alimentation, l'activité physique et/ou la gestion des comportements.

Deuxièmement, en ce qui concerne le volet activité physique, il serait intéressant, en plus de la quantification des activités physiques structurées (entraînement), de mettre en place une évaluation plus précise des activités physiques non structurées afin d'en répertorier les répercussions sur le maintien ou la perte de poids et ainsi, en apprécier ses effets. De plus, la participation à des activités physiques non structurée pourrait être valorisée davantage afin d'encourager le sujet à diminuer son temps d'activité sédentaire et à promouvoir le changement des habitudes de vie et la participation à des loisirs physiquement actifs. Enfin, la quantité d'informations recueillies et la participation de nombreux corps de métiers pourraient permettre de développer un ou des outils concrets sur l'utilisation de l'activité physique dans un contexte de prise en charge du poids chez les enfants.

Troisièmement, dans une optique de prévention et de traitement de l'obésité chez les enfants et les adolescents, l'implication du noyau familial est essentielle selon plusieurs études et favorise les changements de comportements. Ainsi, la famille pourrait être incluse dans le processus d'intervention multidisciplinaire afin de faciliter l'adoption durable de saines habitudes de vie (alimentation, activité physique). Il pourrait également être intéressant d'inclure l'école dans le programme d'intervention multidisciplinaire puisque celle-ci permet une combinaison unique de facteurs qui peuvent avoir un effet sur les résultats de l'intervention (accès à des installations sportives et à des personnes ressources, contact avec d'autres jeunes qui pratiquent des loisirs actifs et importance du temps passé dans ces établissements) et de diminuer l'effet de certaines barrières face à la pratique d'activité physique.

Finalement, il importe de se questionner sur la période de suivi. En effet, pour le futur, il est important de déterminer la meilleure transition possible entre la période d'intervention, où le sujet avait accès à plusieurs ressources à l'intérieur d'activités structurées et la période de suivi, où le sujet doit poursuivre ses efforts par lui-même.

En conclusion, cette étude démontre que la participation au programme d'intervention multidisciplinaire AVIPA, axé sur les changements de comportements, l'alimentation et l'activité physique, a des effets positifs significatifs sur les paramètres anthropométriques (IMC, poids et circonférence de taille) et les habiletés motrices. Démontrant ainsi que cette clientèle répond bien au programme d'intervention. Toutefois, ces effets bénéfiques se sont estompés durant la période de suivi mis à part pour certaines habiletés motrices (vitesse segmentaire). À la lumière des informations générées par la présente étude, une meilleure compréhension et la mise en place d'évaluations standardisées du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adolescents guideront le développement de programmes d'intervention multidisciplinaire efficaces dans la gestion du poids corporel chez ce sous-groupe de la population. De plus, des recherches sont nécessaires afin de mieux comprendre l'importance de l'activité physique dans la gestion et le maintien à long terme du poids corporel. Il sera également pertinent de s'intéresser à l'évaluation des marqueurs biologiques afin de voir l'évolution de ces derniers, principalement ceux touchant les problèmes métaboliques, dans un contexte de prise en charge du poids corporel. Finalement, des recherches devront également être faites afin de mieux cerner les effets des habiletés motrices dans un programme d'intervention multidisciplinaire, mais également sur le maintien des nouvelles habitudes de vie dans un contexte de stabilisation ou de perte de poids chez l'enfant et l'adolescent.



# Bibliographie

1. Bouchard C. The biological predisposition to obesity: beyond the thrifty genotype scenario. *International Journal Of Obesity*. 2007;31:1337-1339.
2. Davison KK and Birch LL. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2001;2:159-171.
3. (OMS) OMdIS. Obésité: prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale. 2003;Série de Rapports techniques 1-300.
4. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, Singh GM, Gutierrez HR, Lu Y, Bahalim AN, Farzadfar F, Riley LM and Ezzati M. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9·1 million participants. *Lancet*. 2011;377:557-567.
5. Stevens GA, Singh GM, Lu Y, Danaei G, Lin JK, Finucane MM, Bahalim AN, McIntire RK, Gutierrez HR, Cowan M, Paciorek CJ, Farzadfar F, Riley L and Ezzati M. National, regional, and global trends in adult overweight and obesity prevalences. *Population Health Metrics*. 2012;10:22-22.
6. (OMS) OmdIS. Obesity and overweight. *fact sheets N°311*. 2012;2013.
7. James WPT. The epidemiology of obesity: the size of the problem. *Journal Of Internal Medicine*. 2008;263:336-352.
8. CL O and MD C. Prevalence of Overweight, Obesity, and Extreme Obesity Among Adults: United States, Trends 1960–1962 Through 2007–2008. *National Center for Health Statistics*. 2010:1-6.
9. Statistics NCfH. Health, United States, 2011: With Special Feature on Socioeconomic Status and Health. 2012;catalog 76–641496:1-583.
10. 2005 SCNRdleslcc-lecleeladC.
11. McGuire S. Shields M., Carroll M.D., Ogden C.L. adult obesity prevalence in Canada and the United States. NCHS data brief no. 56, Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2011. *Advances In Nutrition (Bethesda, Md)*. 2011;2:368-369.
12. Canada S. Overweight and obese adults (self-reported), 2010. 2011.
13. Lobstein T, Baur L and Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2004;5 Suppl 1:4-104.
14. J K, CT L and VI K. Extent and consequences of childhood obesity. Preventing childhood obesity: Health in the balance. *Washington, DC : National Academies Press*.; 2005:54-78.
15. Wang Y and Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2006;1:11-25.
16. Canada S. Nutrition : Résultats de l'enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes - l'embonpoint chez les enfants et les adolescents du Canada 2005. 2005.
17. Shields M. L'embonpoint et l'obésité chez les enfants et les adolescents. *Statistique Canada, catalogue no 82-003* 2006;Rapports sur la santé, 17(3:27-43.
18. Québec Indspd. Le poids corporel chez les enfants et adolescents du Québec : de 1978 à 2005. 2009.
19. Skelton JA, Cook SR, Auinger P, Klein JD and Barlow SE. Prevalence and trends of severe obesity among US children and adolescents. *Academic Pediatrics*. 2009;9:322-329.
20. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM and Flegal KM. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2010;303:242-249.
21. Kelly AS, Barlow SE, Rao G, Inge TH, Hayman LL, Steinberger J, Urbina EM, Ewing LJ and Daniels SR. Severe Obesity in Children and Adolescents: Identification, Associated Health Risks, and Treatment Approaches. 2013.
22. (INESSS) Indeeseess. Traitement de l'obésité des enfants et des adolescents en 1re et 2e ligne : guide de pratique clinique. Volet 1. 2012:1-62.

23. Secker D. Promoting optimal monitoring of child growth in Canada: using the new WHO growth charts. *Canadian Journal Of Dietetic Practice And Research: A Publication Of Dietitians Of Canada = Revue Canadienne De La Pratique Et De La Recherche En Diététique: Une Publication Des Diététistes Du Canada*. 2010;71:e1-e3.
24. Katzmarzyk PT. The Canadian obesity epidemic: an historical perspective. *Obesity research*. 2002;10:666-74.
25. Reeder BA, Senthilselvan A, Després JP, Angel A, Liu L, Wang H and Rabkin SW. The association of cardiovascular disease risk factors with abdominal obesity in Canada. Canadian Heart Health Surveys Research Group. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal De L'association Medicale Canadienne*. 1997;157 Suppl 1:S39-S45.
26. Després J-P and Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*. 2006;444:881-887.
27. Viner R and Cole TJ. Who changes body mass between adolescence and adulthood? Factors predicting change in BMI between 16 year and 30 years in the 1970 british birth cohort. *Int J Obes*. 2006;30:1368-1374.
28. Singh AS, Mulder C, Twisk JWR, van Mechelen W and Chinapaw MJM. Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2008;9:474-488.
29. The NS, Suchindran C, North KE, Popkin BM and Gordon-Larsen P. Association of adolescent obesity with risk of severe obesity in adulthood. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2010;304:2042-2047.
30. Morrison KM, J. P. Chanoine. 8. « Clinical evaluation of obese children and adolescents ». *Journal de l'Association médicale canadienne* 2007;187(8): online-45-49. Clinical evaluation of obese children and adolescents. 2007.
31. Lambert M, Delvin EE, Levy E, O'Loughlin J, Paradis G, Barnett T and McGrath JJ. Prevalence of cardiometabolic risk factors by weight status in a population-based sample of Quebec children and adolescents. *The Canadian Journal Of Cardiology*. 2008;24:575-583.
32. Daniels SR. Complications of obesity in children and adolescents. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2009;33 Suppl 1:S60-S65.
33. Fennoy I. Metabolic and respiratory comorbidities of childhood obesity. *Pediatric Annals*. 2010;39:140-146.
34. Olshansky SJ, Passaro DJ, Hershow RC, Layden J, Carnes BA, Brody J, Hayflick L, Butler RN, Allison DB and Ludwig DS. A potential decline in life expectancy in the United States in the 21st century. *The New England Journal Of Medicine*. 2005;352:1138-1145.
35. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR and Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1999;103:1175-1182.
36. Barlow SE. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*. 2007;120 Suppl 4:S164-S192.
37. Schwimmer JB, Deutsch R, Kahen T, Lavine JE, Stanley C and Behling C. Prevalence of fatty liver in children and adolescents. *Pediatrics*. 2006;118:1388-1393.
38. Arens R and Muzumdar H. Childhood obesity and obstructive sleep apnea syndrome. *Journal Of Applied Physiology (Bethesda, Md: 1985)*. 2010;108:436-444.
39. Noal RB, Menezes AMB, Macedo SEC and Dumith SC. Childhood body mass index and risk of asthma in adolescence: a systematic review. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2011;12:93-104.
40. Britz B, Siegfried W, Ziegler A, Lamertz C, Herpertz-Dahlmann BM, Remschmidt H, Wittchen HU and Hebebrand J. Rates of psychiatric disorders in a clinical study group of adolescents with extreme obesity and in obese adolescents ascertained via a population based study. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2000;24:1707-1714.
41. Schwimmer JB, Burwinkle TM and Varni JW. Health-related quality of life of severely obese children and adolescents. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2003;289:1813-1819.
42. Rofey DL, Kolko RP, Iosif A-M, Silk JS, Bost JE, Feng W, Szegedy EM, Noll RB, Ryan ND and Dahl RE. A longitudinal study of childhood depression and anxiety in relation to weight gain. *Child Psychiatry And Human Development*. 2009;40:517-526.
43. Taras H and Potts-Datema W. Obesity and student performance at school. *The Journal Of School Health*. 2005;75:291-295.



44. (OMS) OMdIS. Global strategy on diet, physical activity and health : obesity and overweight.
45. Branka F, Nikogosian H and Lobstein T. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response: summary. 2007;1-76.
46. Anis AH, Zhang W, Bansback N, Guh DP, Amarsi Z and Birmingham CL. Obesity and overweight in Canada: an updated cost-of-illness study. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2010;11:31-40.
47. Behan DF, Cox SH, Lin Y, Pai J, Pedersen HW and Yi M. Obesity and its Relation to Mortality and Morbidity Costs. 2010.
48. Lau DCW, Douketis JD, Morrison KM, Hramiak IM, Sharma AM and Ur E. Lignes directrices canadiennes de 2006 sur la prise en charge et la prévention de l'obésité chez les adultes et les enfants [sommaire]. *Canadian Medical Association Journal*. 2007;176:SF1-SF14.
49. Hare ME, Coday M, Williams NA, Richey PA, Tylavsky FA and Bush AJ. Methods and baseline characteristics of a randomized trial treating early childhood obesity: the Positive Lifestyles for Active Youngsters (Team PLAY) trial. *Contemporary Clinical Trials*. 2012;33:534-549.
50. Québec Sessd. *Plan d'action gouvernemental de promotions des saines habitudes de vie et de prévention des problèmes reliés au poids 2006-2012*. La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux ed; 2012.
51. Raat H, Struijk MK, Remmers T, Vlasblom E, van Grieken A, Broeren SM, Te Velde SJ, Beltman M, Boere-Boonekamp MM and L Hoir MP. Primary prevention of overweight in preschool children, the BeeBOFT study (Breastfeeding, Breakfast daily, Outside playing, Few sweet drinks, less TV viewing): design of a cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*. 2013;13:974-974.
52. Rawlins E, Baker G, Maynard M and Harding S. Perceptions of healthy eating and physical activity in an ethnically diverse sample of young children and their parents: the DEAL prevention of obesity study. *Journal Of Human Nutrition And Dietetics: The Official Journal Of The British Dietetic Association*. 2013;26:132-144.
53. Wyatt KM, Lloyd JJ, Abraham C, Creanor S, Dean S, Densham E, Daurge W, Green C, Hillsdon M, Pearson V, Taylor RS, Tomlinson R and Logan S. The Healthy Lifestyles Programme (HeLP), a novel school-based intervention to prevent obesity in school children: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2013;14:95-95.
54. Janiszewski PM and Ross R. The utility of physical activity in the management of global cardiometabolic risk. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2009;17 Suppl 3:S3-S14.
55. Ross R and Després J-P. Abdominal obesity, insulin resistance, and the metabolic syndrome: contribution of physical activity/exercise. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2009;17 Suppl 3:S1-S2.
56. Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Bauman M, Allison J, Kang H-S and Litaker MS. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2002;75:818-826.
57. Tolfrey K, Jones AM and Campbell IG. Lipid-lipoproteins in children: an exercise dose-response study. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2004;36:418-427.
58. Barbeau P, Johnson MH, Howe CA, Allison J, Davis CL, Gutin B and Lemmon CR. Ten months of exercise improves general and visceral adiposity, bone, and fitness in black girls. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2007;15:2077-2085.
59. Gutin B, Yin Z, Johnson M and Barbeau P. Preliminary findings of the effect of a 3-year after-school physical activity intervention on fitness and body fat: the Medical College of Georgia Fitkid Project. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2008;3 Suppl 1:3-9.
60. Lavallée C. Enquête sociale et de santé auprès des enfants et des adolescents québécois, Volet nutrition, Institut de la statistique du Québec. 2004.
61. de Ruyter JC, Olthof MR, Seidell JC and Katan MB. A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England Journal Of Medicine*. 2012;367:1397-1406.
62. Kuller LH, Simkin-Silverman LR, Wing RR, Meilahn EN and Ives DG. Women's Healthy Lifestyle Project: A randomized clinical trial: results at 54 months. *Circulation*. 2001;103:32-37.

63. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA and Nathan DM. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England Journal Of Medicine*. 2002;346:393-403.
64. Elfhag K and Rössner S. Who succeeds in maintaining weight loss? A conceptual review of factors associated with weight loss maintenance and weight regain. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2005;6:67-85.
65. Nowicka P. Dietitians and exercise professionals in a childhood obesity treatment team. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992) Supplement*. 2005;94:23-29.
66. (INESSS) Indeeseess. Traitement de l'obésité des enfants et des adolescents en 1re et 2e ligne : guide de pratique clinique. Volet 2. Cadre, processus et méthodes d'élaboration du guide de pratique clinique - En bref. 2012:1-24.
67. (ADA) ADA. Position of the American Dietetic Association: individual-, family-, school-, and community-based interventions for pediatric overweight. *Journal Of The American Dietetic Association*. 2006;106:925-945.
68. Lau DCW, Douketis JD, Morrison KM, Hramiak IM, Sharma AM and Ur E. 2006 Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children [summary]. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal De L'association Medicale Canadienne*. 2007;176:S1-S13.
69. August GP, Caprio S, Fennoy I, Freemark M, Kaufman FR, Lustig RH, Silverstein JH, Speiser PW, Styne DM and Montori VM. Prevention and treatment of pediatric obesity: an endocrine society clinical practice guideline based on expert opinion. *The Journal Of Clinical Endocrinology And Metabolism*. 2008;93:4576-4599.
70. Barton M. Screening for obesity in children and adolescents: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *Pediatrics*. 2010;125:361-367.
71. Downey M. Results of Expert Meetings: Obesity and Cardiovascular Disease. Obesity as a disease entity. *American Heart Journal*. 2001;142:1091-1094.
72. (OMS) OmdIS. Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes, Dixième révision. 2009.
73. (OMS) Omdls. Obesity preventing and managing the global epidemic. 1997.
74. A M and SE A. *Childhood obesity: Definition, classification and assessment*; 2005.
75. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM and Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ (Clinical Research Ed)*. 2000;320:1240-1243.
76. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, Georgiou C and Kafatos A. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2000;24:1453-1458.
77. McArdle WD, Katch FI and Katch VL. *Nutrition & performances sportives*; 2004.
78. Vivian Heyward DW. *Applied Body Composition Assessment-2nd Edition* Human Kinetics ed; 2004.
79. Steven Heymsfield TL, Zi-Mian Wang, Scott Going *Human Body Composition - 2nd Edition*; 2005.
80. Watts K, Naylor LH, Davis EA, Jones TW, Beeson B, Bettenay F, Siafarikas A, Bell L, Ackland T and Green DJ. Do skinfolds accurately assess changes in body fat in obese children and adolescents? *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2006;38:439-444.
81. Flavel NA, Olds TS, Buckley JD, Haren MT and Petkov J. Anthropometric estimates of total and regional body fat in children aged 6-17 years. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*. 2012;101:1253-1259.
82. Rogol AD, Roemmich JN and Clark PA. Growth at Puberty. *JOURNAL OF ADOLESCENT HEALTH*. 2002:192-200.
83. Loomba-Albrecht LA and Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Current Opinion In Endocrinology, Diabetes, And Obesity*. 2009;16:10-15.
84. JN R, PA C and K W. Physical activity energy expenditure, body composition, and abdominal fat distribution during puberty. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000:1426-1436.
85. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, Mei Z, Curtin LR, Roche AF and Johnson CL. CDC growth charts: United States. *Advance Data*. 2000:1-27.

86. de Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC and Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food And Nutrition Bulletin*. 2004;25:S27-S36.
87. de Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA and Martinez J. The WHO Multicentre Growth Reference Study: planning, study design, and methodology. *Food And Nutrition Bulletin*. 2004;25:S15-S26.
88. Shields M and Tremblay MS. Canadian childhood obesity estimates based on WHO, IOTF and CDC cut-points. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2010;5:265-273.
89. Freedman DS, Wang J, Maynard LM, Thornton JC, Mei Z, Pierson RN, Dietz WH and Horlick M. Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2005;29:1-8.
90. Krebs NF, Himes JH, Jacobson D, Nicklas TA, Guilday P and Styne D. Assessment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics*. 2007;120 Suppl 4:S193-S228.
91. (OMS) OMDIS. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organization Technical Report Series*. 2000;894:i.
92. Krebs NF and Jacobson MS. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics*. 2003;112:424-430.
93. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, Peters DM, Barbeau P, De Simone M and Pietrobelli A. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *International Journal Of Obesity*. 2006;30:23-30.
94. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA and Prentice AM. Body fat reference curves for children. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2006;30:598-602.
95. Dencker M, Thorsson O, Lindén C, Wollmer P, Andersen LB and Karlsson MK. BMI and objectively measured body fat and body fat distribution in prepubertal children. *Clinical Physiology And Functional Imaging*. 2007;27:12-16.
96. Ochiai H, Shirasawa T, Nishimura R, Morimoto A, Shimada N, Ohtsu T, Kujirai E, Hoshino H, Tajima N and Kokaze A. Relationship of body mass index to percent body fat and waist circumference among schoolchildren in Japan--the influence of gender and obesity: a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2010;10:493-493.
97. (CDC) CfDCaP and Statistics NCfH. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development. 2002.
98. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C and Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin Of The World Health Organization*. 2007;85:660-667.
99. de Onis M, Garza C, Onyango AW and Borghi E. Comparison of the WHO child growth standards and the CDC 2000 growth charts. *The Journal Of Nutrition*. 2007;137:144-148.
100. health Nio and National heart I, and blood institute. Clinical guidelines on the identification, evaluation and treatment or overweight and obesity in adults- The Evidence Report. 1998;98-4083:1-262.
101. Flegal KM, Graubard BI, Williamson DF and Gail MH. Excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2005;293:1861-1867.
102. obesity IAftso. World map of obesity.
103. Canada Do. Courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS pour le Canada- Garçons 2-19 ans. 2010.
104. Canada Do. Courbes de percentiles de l'IMC de l'OMS pour le Canada- Filles 2-19 ans. 2010.
105. de Onis M and Lobstein T. Defining obesity risk status in the general childhood population: which cut-offs should we use? *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2010;5:458-460.
106. Zimmermann MB, Gübeli C, Püntener C and Molinari L. Detection of overweight and obesity in a national sample of 6-12-y-old Swiss children: accuracy and validity of reference values for body mass index from the US Centers for Disease Control and Prevention and the International Obesity Task Force. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2004;79:838-843.
107. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C and Berenson GS. Utility of childhood BMI in the prediction of adulthood disease: comparison of national and international references. *Obesity Research*. 2005;13:1106-1115.

108. Lee S, Bacha F, Gungor N and Arslanian SA. Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. *The Journal Of Pediatrics*. 2006;148:188-194.
109. Gower BA, Nagy TR and Goran MI. Visceral fat, insulin sensitivity, and lipids in prepubertal children. *Diabetes*. 1999;48:1515-1521.
110. Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C and Berenson GS. Disease Risk Factors in a Biracial Sample of Children and Adolescents Body Mass Index, Waist Circumference, and Clustering of Cardiovascular. *Pediatrics*. 2004;114:198-205.
111. Maffeis C, Corciulo N, Livieri C, Rabbone I, Trifirò G, Falorni A, Guerraggio L, Peverelli P, Cuccarolo G, Bergamaschi G, Di Pietro M and Grezzani A. Waist circumference as a predictor of cardiovascular and metabolic risk factors in obese girls. *European Journal Of Clinical Nutrition*. 2003;57:566-572.
112. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C and Berenson GS. Combined influence of body mass index and waist circumference on coronary artery disease risk factors among children and adolescents. *Pediatrics*. 2005;115:1623-1630.
113. Leppik A, Jürimäe T and Jürimäe J. Influence of anthropometric parameters on the body composition measured by bioelectrical impedance analysis or DXA in children. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway)*. 1992; 2004;93:1036-1041.
114. Chu NF, Rimm EB, Wang DJ, Liou HS and Shieh SM. Relationship between anthropometric variables and lipid levels among school children: The Taipei Children Heart Study. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 1998;22:66-72.
115. Moran A, Jacobs DR, Jr., Steinberger J, Hong CP, Prineas R, Luepker R and Sinaiko AR. Insulin resistance during puberty: results from clamp studies in 357 children. *Diabetes*. 1999;48:2039-2044.
116. Vikram NK, Misra A, Pandey RM, Dwivedi M and Luthra K. Adiponectin, insulin resistance, and C-reactive protein in postpubertal Asian Indian adolescents. *Metabolism: Clinical And Experimental*. 2004;53:1336-1341.
117. Hansen SE, Hasselstrøm H, Grønfeldt V, Froberg K and Andersen LB. Cardiovascular disease risk factors in 6-7-year-old Danish children: the Copenhagen School Child Intervention Study. *Preventive Medicine*. 2005;40:740-746.
118. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z and Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *The American Journal Of Physiology*. 1996;271:E941-E951.
119. Goran MI. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics*. 1998;101:505-518.
120. Lazzer S, Bedogni G, Agosti F, De Col A, Mornati D and Sartorio A. Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in severely obese Caucasian children and adolescents. *The British Journal Of Nutrition*. 2008;100:918-924.
121. Cassady SL, Nielsen DH, Janz KF, Wu YT, Cook JS and Hansen JR. Validity of near infrared body composition analysis in children and adolescents. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 1993;25:1185-1191.
122. Dempster P and Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 1995;27:1692-1697.
123. Dewit O, Fuller NJ, Fewtrell MS, Elia M and Wells JC. Whole body air displacement plethysmography compared with hydrodensitometry for body composition analysis. *Archives Of Disease In Childhood*. 2000;82:159-164.
124. Wells JC, Douros I, Fuller NJ, Elia M and Dekker L. Assessment of body volume using three-dimensional photonic scanning. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*. 2000;904:247-254.
125. Fields DA, Goran MI and McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2002;75:453-467.
126. Salanave B, Peneau S, Rolland-Cachera M-F, Hercberg S and Castetbon K. Stabilization of overweight prevalence in French children between 2000 and 2007. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2009;4:66-72.
127. Aeberli I, Henschen I, Molinari L and Zimmermann MB. Stabilization of the prevalence of childhood obesity in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*. 2010;140:w13046-w13046.

128. Sjöberg A, Lissner L, Albertsson-Wikland K and Mårild S. Recent anthropometric trends among Swedish school children: evidence for decreasing prevalence of overweight in girls. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*. 2008;97:118-123.
129. Sundblom E, Petzold M, Rasmussen F, Callmer E and Lissner L. Childhood overweight and obesity prevalences levelling off in Stockholm but socioeconomic differences persist. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2008;32:1525-1530.
130. Ogden CL, Carroll MD and Flegal KM. High body mass index for age among US children and adolescents, 2003-2006. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2008;299:2401-2405.
131. Koplan J LC, Kraak VI,. Extent and consequences of childhood obesity. Preventing childhood obesity: Health in the balance. *Washington, DC : National Academies Press*;. 2005:54-78.
132. Koplan JP, Liverman CT and Kraak VI. Preventing childhood obesity: health in the balance: executive summary. *Journal Of The American Dietetic Association*. 2005;105:131-138.
133. Lobstein T and Jackson-Leach R. Child overweight and obesity in the USA: prevalence rates according to IOTF definitions. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2007;2:62-64.
134. M. S. Obésité mesurée : l'embonpoint chez les enfants et les adolescents au Canada. Nutrition : résultats de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. . *Ottawa, ON : Statistique Canada*. 2005.
135. Canada S. Condition physique des enfants et des jeunes au Canada : résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé, 2007-2009. *Rapports sur la santé*. 2010;vol. 21.
136. (ASPC) AdlspdC and (ICIS) lcdisl. Obésité au Canada : rapport conjoint de l'Agence de la santé publique du Canada et de l'Institut canadien d'information sur la santé. . *Ottawa, ON : Statistique Canada*. 2011.
137. Tjepkema M and Shields M. Obésité mesurée : obésité chez les adultes au Canada. *Statistique Canada*. 2005:35.
138. Canada Ldd, pédiatrie Scd, Canada Cdmdfd and communautaires Acdiei. Promoting Optimal Monitoring of Child Growth in Canada: Using the New WHO Growth Charts. Un document de principes conjoint. 2010.
139. (OMS) OmdlS. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation, WHO Technical report series 916. . 2003.
140. Bergeron P and Reyburn S. L'impact de l'environnement bâti sur l'activité physique, l'alimentation et le poids. . *Québec : Direction du développement des individus et des communautés - Institut national de santé publique du Québec*. 2010.
141. Mikkelsen L and S. C. The Link Between the Neighborhood Food Environment and Childhood Nutrition. . *Robert Wood Johnson Fondation*. 2007.
142. al. BC. La consommation alimentaire et les apports nutritionnels des adultes québécois. Rapport de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (Cycle 2.2). Québec : Institut national de santé publique du Québec. 2009.
143. Tester JM. The built environment: designing communities to promote physical activity in children. *Pediatrics*. 2009;123:1591-1598.
144. Fitness CoSma and Health CoS. Active healthy living: prevention of childhood obesity through increased physical activity. *Pediatrics*. 2006;117:1834-1842.
145. Canada Jef. Ne laissons pas ces quelques pas être la source la plus importante d'activité physique de nos enfants après l'école. Bulletin 2011 de l'activité physique chez les jeunes 2011.
146. Taylor JP, Evers S and M. M. Les déterminants de la saine alimentation chez les enfants et les jeunes. *Revue canadienne de santé publique*. 96 (Supplément 3): S22-S29. 2005.
147. Gerard Hastings, Martine Stead, Laura McDermott, Alasdair Forsyth, Anne Marie MacKintosh, Mike Rayner, Christine Godfrey, Caraher M and Angus K. REVIEW OF RESEARCH ON THE EFFECTS OF FOOD PROMOTION TO CHILDREN Final Report. 2003.
148. Gerard Hastings, Laura McDermott, Kathryn Angus, Stead M and Thomson S. The Extent, Nature and Effects of Food Promotion to Children: A Review of the Evidence Technical Paper prepared for the World Health Organization. 2006.
149. Youth CoFMatDoCa, Board FaN and Board on Children Y, and Families. *Food Marketing to Children and Youth: Threat or Opportunity?*: The National Academies Press; 2006.

150. Borzekowski DL and Robinson TN. The 30-second effect: an experiment revealing the impact of television commercials on food preferences of preschoolers. *Journal Of The American Dietetic Association*. 2001;101:42-46.
151. Halford JCG, Gillespie J, Brown V, Pontin EE and Dovey TM. Effect of television advertisements for foods on food consumption in children. *Appetite*. 2004;42:221-225.
152. consommateur Odipd. *Publicité destinée aux enfants de moins de 13 ans Guide d'application des articles 248 et 249 Loi sur la protection du consommateur*; 2012.
153. Kahn EB, Ramsey LT, Brownson RC, Heath GW, Howze EH, Powell KE, Stone EJ, Rajab MW and Corso P. The effectiveness of interventions to increase physical activity. A systematic review. *American Journal Of Preventive Medicine*. 2002;22:73-107.
154. Beaudoin CE, Fernandez C, Wall JL and Farley TA. Promoting healthy eating and physical activity short-term effects of a mass media campaign. *American Journal Of Preventive Medicine*. 2007;32:217-223.
155. Bryant CA, Courtney AH, McDermott RJ, Alfonso ML, Baldwin JA, Nickelson J, McCormack Brown KR, Debate RD, Phillips LM, Thompson Z and Zhu Y. Promoting physical activity among youth through community-based prevention marketing. *The Journal Of School Health*. 2010;80:214-224.
156. (INRA) INDLRA. Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ? 2010.
157. Anderson AS, Cox DN, McKellar S, Reynolds J, Lean ME and Mela DJ. Take Five, a nutrition education intervention to increase fruit and vegetable intakes: impact on attitudes towards dietary change. *The British Journal Of Nutrition*. 1998;80:133-140.
158. Sorensen G, Stoddard A and Macario E. Social support and readiness to make dietary changes. *Health Education & Behavior: The Official Publication Of The Society For Public Health Education*. 1998;25:586-598.
159. Faugier J, Lancaster J, Pickles D and Dobson K. Barriers to healthy eating in the nursing profession: Part 2. *Nursing Standard (Royal College Of Nursing (Great Britain): 1987)*. 2001;15:33-35.
160. Devine CM, Connors MM, Sobal J and Bisogni CA. Sandwiching it in: spillover of work onto food choices and family roles in low- and moderate-income urban households. *Social Science & Medicine (1982)*. 2003;56:617-630.
161. James WP, Nelson M, Ralph A and Leather S. Socioeconomic determinants of health. The contribution of nutrition to inequalities in health. *BMJ (Clinical Research Ed)*. 1997;314:1545-1549.
162. Singh GK, Kogan MD, Siahpush M and van Dyck PC. Independent and joint effects of socioeconomic, behavioral, and neighborhood characteristics on physical inactivity and activity levels among US children and adolescents. *Journal Of Community Health*. 2008;33:206-216.
163. Ryden PJ and Hagfors L. Diet cost, diet quality and socio-economic position: how are they related and what contributes to differences in diet costs? *Public health nutrition*. 2011;14:1680-92.
164. (ICIS) Icdisl. *Le surpoids et l'obésité au Canada : une perspective de la santé de la population*; 2004.
165. Shrewsbury V and Wardle J. Socioeconomic status and adiposity in childhood: a systematic review of cross-sectional studies 1990-2005. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2008;16:275-284.
166. (OMS) OMdIS. *Global strategy on diet, physical activity and health*. Genève; 2005.
167. Colley RC, Garriguet d, Janssen I, Craig CL, J C and MS T. Activité physique des enfants et des jeunes au Canada : résultats d'accélérométrie de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé de 2007-2009. (Publication no 82-003-X). Ottawa : Statistique Canada. 2011.
168. Chaput J-P, Lambert M, Gray-Donald K, McGrath JJ, Tremblay MS, O'Loughlin J and Tremblay A. Short sleep duration is independently associated with overweight and obesity in Quebec children. *Canadian Journal Of Public Health Revue Canadienne De Santé Publique*. 2011;102:369-374.
169. Survey CCH. Overview of Canadian eating habits by Didier Garriguet. 2005.
170. Learning CLFBf. Report card on nutrition for school children 2006.
171. Garriguet D. Nutrition: Findings from the Canadian Community Eating habits. Overview of Canadians Eating Habits. 2006.
172. Rampersaud GC, Pereira MA, Girard BL, Adams J and Metzl JD. Breakfast habits, nutritional status, body weight, and academic performance in children and adolescents. *Journal Of The American Dietetic Association*. 2005;105:743-760.
173. Deshmukh-Taskar PR, Nicklas TA, O'Neil CE, Keast DR, Radcliffe JD and Cho S. The relationship of breakfast skipping and type of breakfast consumption with nutrient intake and weight status in children and

- adolescents: the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2006. *Journal of the American Dietetic Association*. 2010;110:869-78.
174. Laska MN, Murray DM, Lytle LA and Harnack LJ. Longitudinal associations between key dietary behaviors and weight gain over time: transitions through the adolescent years. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2012;20:118-125.
  175. Barton BA, Eldridge AL, Thompson D, Affenito SG, Striegel-Moore RH, Franko DL, Albertson AM and Crockett SJ. The relationship of breakfast and cereal consumption to nutrient intake and body mass index: the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *Journal Of The American Dietetic Association*. 2005;105:1383-1389.
  176. Albertson AM, Franko DL, Thompson D, Eldridge AL, Holschuh N, Affenito SG, Bauserman R and Striegel-Moore RH. Longitudinal patterns of breakfast eating in black and white adolescent girls. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2007;15:2282-2292.
  177. Timlin MT, Pereira MA, Story M and Neumark-Sztainer D. Breakfast eating and weight change in a 5-year prospective analysis of adolescents: Project EAT (Eating Among Teens). *Pediatrics*. 2008;121:e638-e645.
  178. Wootan MG. Children's meals in restaurants: families need more help to make healthy choices. *Child Obes*. 2012;8:31-3.
  179. Orlet Fisher J, Rolls BJ and Birch LL. Children's bite size and intake of an entrée are greater with large portions than with age-appropriate or self-selected portions. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2003;77:1164-1170.
  180. Collison KS, Zaidi MZ, Subhani SN, Al-Rubeaan K, Shoukri M and Al-Mohanna FA. Sugar-sweetened carbonated beverage consumption correlates with BMI, waist circumference, and poor dietary choices in school children. *BMC Public Health*. 2010;10:234-234.
  181. Danyliw AD, Vatanparast H, Nikpartow N and Whiting SJ. Beverage patterns among Canadian children and relationship to overweight and obesity. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*. 2012;37:900-906.
  182. Vaidya V. Psychosocial aspects of obesity. *Advances In Psychosomatic Medicine*. 2006;27:73-85.
  183. Chen AY and Escarce JJ. Family structure and childhood obesity, Early Childhood Longitudinal Study - Kindergarten Cohort. *Preventing Chronic Disease*. 2010;7:A50-A50.
  184. Riddoch CJ, Mattocks C, Deere K, Saunders J, Kirkby J, Tilling K, Leary SD, Blair SN and Ness AR. Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Archives Of Disease In Childhood*. 2007;92:963-969.
  185. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T and McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2008;40:181-188.
  186. Moore LL, Gao D, Bradlee ML, Cupples LA, Sundarajan-Ramamurti A, Proctor MH, Hood MY, Singer MR and Ellison RC. Does early physical activity predict body fat change throughout childhood? *Preventive Medicine*. 2003;37:10-17.
  187. Must A and Tybor DJ. Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2005;29 Suppl 2:S84-S96.
  188. Brunet M, Chaput JP and Tremblay A. The association between low physical fitness and high body mass index or waist circumference is increasing with age in children: the 'Québec en Forme' Project. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2007;31:637-643.
  189. J. TH. Kaiser Family Foundation. Generation M2: Media in the lives of 8- to 18-year-olds. 2010.
  190. Canada Jef. Bulletin canadien de l'activité physique chez les jeunes 2009. 2009.
  191. Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, Currie C and Pickett W. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2005;6:123-132.
  192. Basterfield L, Adamson AJ, Frary JK, Parkinson KN, Pearce MS and Reilly JJ. Longitudinal study of physical activity and sedentary behavior in children. *Pediatrics*. 2011;127:e24-e30.
  193. Tremblay MS and Willms JD. Is the Canadian childhood obesity epidemic related to physical inactivity? *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2003;27:1100-1105.

194. Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, King MA and Pickett W. Overweight and obesity in Canadian adolescents and their associations with dietary habits and physical activity patterns. *The Journal Of Adolescent Health: Official Publication Of The Society For Adolescent Medicine*. 2004;35:360-367.
195. Robinson TN. Reducing children's television viewing to prevent obesity: a randomized controlled trial. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 1999;282:1561-1567.
196. Gomez LF, Parra DC, Lobelo F, Samper B, Moreno J, Jacoby E, Lucumi DI, Matsudo S and Borda C. Television viewing and its association with overweight in Colombian children: results from the 2005 National Nutrition Survey: a cross sectional study. *The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*. 2007;4:41-41.
197. Mendoza JA, Zimmerman FJ and Christakis DA. Television viewing, computer use, obesity, and adiposity in US preschool children. *The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*. 2007;4:44-44.
198. Epstein LH, Roemmich JN, Robinson JL, Paluch RA, Winiewicz DD, Fuerch JH and Robinson TN. A randomized trial of the effects of reducing television viewing and computer use on body mass index in young children. *Archives Of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 2008;162:239-245.
199. vie lclrlslcpelmd. Faisons bouger nos enfants! Sondage indicateur de l'activité physique en 2010. 2010.
200. Pabayo R, Gauvin L and Barnett TA. Longitudinal changes in active transportation to school in Canadian youth aged 6 through 16 years. *Pediatrics*. 2011;128:e404-e413.
201. Castelli DM, Hillman CH, Buck SM and Erwin HE. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *Journal Of Sport & Exercise Psychology*. 2007;29:239-252.
202. Davis CL, Tomporowski PD, McDowell JE, Austin BP, Miller PH, Yanasak NE, Allison JD and Naglieri JA. Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychology: Official Journal Of The Division Of Health Psychology, American Psychological Association*. 2011;30:91-98.
203. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, Goldfield G and Connor Gorber S. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*. 2011;8:98-98.
204. LeBlanc AG, Spence JC, Carson V, Connor Gorber S, Dillman C, Janssen I, Kho ME, Stearns JA, Timmons BW and Tremblay MS. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in the early years (aged 0-4 years). *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*. 2012;37:753-772.
205. Timmons BW, Leblanc AG, Carson V, Connor Gorber S, Dillman C, Janssen I, Kho ME, Spence JC, Stearns JA and Tremblay MS. Systematic review of physical activity and health in the early years (aged 0-4 years). *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*. 2012;37:773-792.
206. (CSEP) TCSfEP. *Cahier pour les Directives en matière d'activité physique et de comportement sédentaire*; 2012.
207. Kino-Québec Csd. L'activité physique, le sport et les jeunes – Savoir et agir. Québec : Secrétariat au loisir et au sport, ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. Gouvernement du Québec. 2011.
208. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S and Trudeau F. Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal Of Pediatrics*. 2005;146:732-737.
209. Rice SG. Medical conditions affecting sports participation. *Pediatrics*. 2008;121:841-8.
210. Janssen I and Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*. 2010;7:40-40.
211. Janz KF, Burns TL, Levy SM, Torner JC, Willing MC, Beck TJ, Gilmore JM and Marshall TA. Everyday activity predicts bone geometry in children: the iowa bone development study. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2004;36:1124-1131.
212. Sigfúsdóttir ID, Kristjánsson AL and Allegrante JP. Health behaviour and academic achievement in Icelandic school children. *Health Education Research*. 2007;22:70-80.
213. Hillman CH, Erickson KI and Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*. 2008;9:58-65.
214. Trudeau F and Shephard RJ. Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*. 2008;5:10-10.



215. Janz KF, Dawson JD and Mahoney LT. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the muscatine study. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2000;32:1250-1257.
216. Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O and Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *American Journal Of Preventive Medicine*. 2005;28:267-273.
217. Janz KF, Dawson JD and Mahoney LT. Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *International Journal Of Sports Medicine*. 2002;23 Suppl 1:S15-S21.
218. Marshall SJ, Biddle SJH, Gorely T, Cameron N and Murdey I. Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: a meta-analysis. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2004;28:1238-1246.
219. Sääkslahti A, Numminen P, Varstala V, Helenius H, Tammi A, Viikari J and Välimäki I. Physical activity as a preventive measure for coronary heart disease risk factors in early childhood. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*. 2004;14:143-149.
220. Gidding SS, Barton BA, Dorgan JA, Kimm SYS, Kwaterovich PO, Lasser NL, Robson AM, Stevens VJ, Van Horn L and Simons-Morton DG. Higher self-reported physical activity is associated with lower systolic blood pressure: the Dietary Intervention Study in Childhood (DISC). *Pediatrics*. 2006;118:2388-2393.
221. Goran MI, Shewchuk R, Gower BA, Nagy TR, Carpenter WH and Johnson RK. Longitudinal changes in fatness in white children: no effect of childhood energy expenditure. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 1998;67:309-316.
222. Figueroa-Colon R, Arani RB, Goran MI and Weinsier RL. Paternal body fat is a longitudinal predictor of changes in body fat in premenarcheal girls. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2000;71:829-834.
223. Salbe AD, Weyer C, Lindsay RS, Ravussin E and Tataranni PA. Assessing risk factors for obesity between childhood and adolescence: I. Birth weight, childhood adiposity, parental obesity, insulin, and leptin. *Pediatrics*. 2002;110:299-306.
224. Treuth MS, Butte NF and Sorkin JD. Predictors of body fat gain in nonobese girls with a familial predisposition to obesity. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2003;78:1212-1218.
225. Tomkinson GR, Leger LA, Olds TS and Gazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000). *Sports Med*. 2003;33:285-300.
226. Tomkinson GR and Olds TS. *Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture*: Karger Publishing; 2007.
227. Tremblay MS, Shields M, Laviolette M, Craig CL, Janssen I and Connor Gorber S. Fitness of Canadian children and youth: results from the 2007-2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Reports / Statistics Canada, Canadian Centre For Health Information = Rapports Sur La Santé / Statistique Canada, Centre Canadien D'information Sur La Santé*. 2010;21:7-20.
228. Deforche B, Lefevre J, De Bourdeaudhuij I, Hills AP, Duquet W and Bouckaert J. Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. *Obesity Research*. 2003;11:434-441.
229. Okely AD, Booth ML and Chey T. Relationships between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. *Research Quarterly For Exercise And Sport*. 2004;75:238-247.
230. Rump P, Verstappen F, Gerver WJ and Hornstra G. Body composition and cardiorespiratory fitness indicators in prepubescent boys and girls. *International Journal Of Sports Medicine*. 2002;23:50-54.
231. Grund A, Dilba B, Forberger K, Krause H, Siewers M, Rieckert H and Müller MJ. Relationships between physical activity, physical fitness, muscle strength and nutritional state in 5- to 11-year-old children. *European Journal Of Applied Physiology*. 2000;82:425-438.
232. Chatrath R, Shenoy R, Serratto M and Thoele DG. Physical fitness of urban American children. *Pediatric Cardiology*. 2002;23:608-612.
233. Guerra S, Ribeiro JC, Costa R, Duarte J and Mota J. Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in school children. *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*. 2002;42:207-213.
234. Gray A and Smith C. Fitness, dietary intake, and body mass index in urban Native American youth. *Journal Of The American Dietetic Association*. 2003;103:1187-1191.

235. Ara I, Vicente-Rodríguez G, Jimenez-Ramirez J, Dorado C, Serrano-Sanchez JA and Calbet JAL. Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2004;28:1585-1593.
236. Norman A-C, Drinkard B, McDuffie JR, Ghorbani S, Yanoff LB and Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*. 2005;115:e690-e696.
237. Chen LJ, Fox KR, Haase A and Wang JM. Obesity, fitness and health in Taiwanese children and adolescents. *European Journal Of Clinical Nutrition*. 2006;60:1367-1375.
238. Johnson MS, Figueroa-Colon R, Herd SL, Fields DA, Sun M, Hunter GR and Goran MI. Aerobic fitness, not energy expenditure, influences subsequent increase in adiposity in black and white children. *Pediatrics*. 2000;106:E50-E50.
239. Lee SJ and Arslanian SA. Cardiorespiratory fitness and abdominal adiposity in youth. *European Journal Of Clinical Nutrition*. 2007;61:561-565.
240. Byrd-Williams CE, Shaibi GQ, Sun P, Lane CJ, Ventura EE, Davis JN, Kelly LA and Goran MI. Cardiorespiratory fitness predicts changes in adiposity in overweight Hispanic boys. *Obesity*. 2008;16:1072-1077.
241. René P. *Éducation et motricité de l'enfant de deux à huit ans*; 1999.
242. Haga M. The relationship between physical fitness and motor competence in children. *Child: Care, Health & Development*. 2008;34:329-334.
243. Haywood K and Getchell N. *Life Span Motor Development With Web Resource-5th Edition* 2009.
244. Grissmer D, Grimm KJ, Aiyer SM, Murrah WM and Steele JS. Fine motor skills and early comprehension of the world: two new school readiness indicators. *Developmental Psychology*. 2010;46:1008-1017.
245. Rigal R. *Motricité humaine. Fondements et applications pédagogiques. 3ème édition- Tome 2 – Développement moteur*. Presses de l'Université du Québec; 2003.
246. Leone M and (GRAPE) GdRslAPdE. Batterie de tests d'évaluation des habiletés motrices chez les enfants âgés de 6 à 12 ans; 2010.
247. Piek JP, Baynam GB and Barrett NC. The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. *Human Movement Science*. 2006;25:65-75.
248. Barnett LM, van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO and Beard JR. Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *The Journal Of Adolescent Health: Official Publication Of The Society For Adolescent Medicine*. 2009;44:252-259.
249. Lopes VP, Rodrigues LP, Maia JAR and Malina RM. Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*. 2011;21:663-669.
250. Barnett LM, Morgan PJ, van Beurden E and Beard JR. Perceived sports competence mediates the relationship between childhood motor skill proficiency and adolescent physical activity and fitness: a longitudinal assessment. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*. 2008;5:1-12.
251. Haga M. Physical fitness in children with high motor competence is different from that in children with low motor competence. *Physical Therapy*. 2009;89:1089-1097.
252. Wrotniak BH, Epstein LH, Dorn JM, Jones KE and Kondilis VA. The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*. 2006;118:e1758-e1765.
253. Stodden D, Langendorfer S and Robertson MA. The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Research Quarterly For Exercise And Sport*. 2009;80:223-229.
254. Vedul-Kjelsås V, Sigmundsson H, Stensdotter AK and Haga M. The relationship between motor competence, physical fitness and self-perception in children. *Child: Care, Health & Development*. 2012;38:394-402.
255. Barnett LM, Van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO and Beard JR. Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness? *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2008;40:2137-2144.
256. Cantell M, Crawford SG and Tish Doyle-Baker PK. Physical fitness and health indices in children, adolescents and adults with high or low motor competence. *Human Movement Science*. 2008;27:344-362.
257. DF S, JD G, SJ L and al. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: an emergent relationship. 2008;34:329-334.

258. Cliff DP, Okely AD and Magarey AM. Movement skill mastery in a clinical sample of overweight and obese children. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2011;6:473-475.
259. Cliff DP, Okely AD, Morgan PJ, Jones RA, Steele JR and Baur LA. Proficiency deficiency: mastery of fundamental movement skills and skill components in overweight and obese children. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2012;20:1024-1033.
260. Graf C, Koch B, Kretschmann-Kandel E, Falkowski G, Christ H, Coburger S, Lehmacher W, Bjarnason-Wehrens B, Platen P, Tokarski W, Predel HG and Dordel S. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2004;28:22-26.
261. JE S, A O and JR. S. Actual and perceived physical competence in overweight and nonoverweight children. *Pediatr Exerc Sc*. 2004;16:15-24.
262. D'Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I and Lenoir M. Relationship between motor skill and body mass index in 5- to 10-year-old children. *Adapted Physical Activity Quarterly: APAQ*. 2009;26:21-37.
263. D'Hondt E, Deforche B, Vaeyens R, Vandorpe B, Vandendriessche J, Pion J, Philippaerts R, de Bourdeaudhuij I and Lenoir M. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2011;6:e556-e564.
264. Chaput J-P and Tremblay A. Adequate sleep to improve the treatment of obesity. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal De L'association Medicale Canadienne*. 2012;184:1975-1976.
265. Liu J, Zhang A and Li L. Sleep duration and overweight/obesity in children: Review and implications for pediatric nursing. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*. 2012;17:193-204.
266. levers-Landis CE, Storfer-Isser A, Rosen C, Johnson NL and Redline S. Relationship of sleep parameters, child psychological functioning, and parenting stress to obesity status among preadolescent children. *Journal Of Developmental And Behavioral Pediatrics: JDBP*. 2008;29:243-252.
267. Foundation NS. How Much Sleep Do We Really Need?
268. O'Rahilly S and Farooqi IS. Human obesity: a heritable neurobehavioral disorder that is highly sensitive to environmental conditions. *Diabetes*. 2008;57:2905-2910.
269. Lacour JR. [Lipid metabolism and exercise]. *La Revue Du Praticien*. 2001;51:S36-S41.
270. Daniels SR. The consequences of childhood overweight and obesity. *The Future Of Children / Center For The Future Of Children, The David And Lucile Packard Foundation*. 2006;16:47-67.
271. Daniels SR, Jacobson MS, McCrindle BW, Eckel RH and Sanner BM. American Heart Association Childhood Obesity Research Summit Report. *Circulation*. 2009;119:e489-e517.
272. Velasquez-Mieyer P, Neira CP, Nieto R and Cowan PA. Obesity and cardiometabolic syndrome in children. *Therapeutic Advances In Cardiovascular Disease*. 2007;1:61-81.
273. Friedland O, Nemet D, Gorodnitsky N, Wolach B and Eliakim A. Obesity and lipid profiles in children and adolescents. *Journal Of Pediatric Endocrinology & Metabolism: JPEM*. 2002;15:1011-1016.
274. Pizzi J, da Silva LR, Moser D and Leite N. [Relationship between subclinical atherosclerosis, blood pressure, and lipid profile in obese children and adolescents: a systematic review]. *Arquivos Brasileiros De Endocrinologia E Metabologia*. 2013;57:1-6.
275. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, Allen K, Lopes M, Savoye M, Morrison J, Sherwin RS and Caprio S. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *The New England Journal Of Medicine*. 2004;350:2362-2374.
276. Ford ES and Li C. Defining the metabolic syndrome in children and adolescents: will the real definition please stand up? *The Journal Of Pediatrics*. 2008;152:160-164.
277. Nielsen GA and Andersen LB. The association between high blood pressure, physical fitness, and body mass index in adolescents. *Preventive Medicine*. 2003;36:229-234.
278. Le J, Zhang D, Menees S, Chen J and Raghuvver G. "Vascular age" is advanced in children with atherosclerosis-promoting risk factors. *Circulation Cardiovascular Imaging*. 2010;3:8-14.
279. Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Odegård R, Skogvoll E and Wisløff U. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical Science (London, England: 1979)*. 2009;116:317-326.

280. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S and Anderssen SA. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet*. 2006;368:299-304.
281. Pine DS, Goldstein RB, Wolk S and Weissman MM. The association between childhood depression and adulthood body mass index. *Pediatrics*. 2001;107:1049-1056.
282. Erermis S, Cetin N, Tamar M, Bukusoglu N, Akdeniz F and Goksen D. Is obesity a risk factor for psychopathology among adolescents? *Pediatrics International: Official Journal Of The Japan Pediatric Society*. 2004;46:296-301.
283. Anderson SE, Cohen P, Naumova EN, Jacques PF and Must A. Adolescent obesity and risk for subsequent major depressive disorder and anxiety disorder: prospective evidence. *Psychosomatic Medicine*. 2007;69:740-747.
284. Puhl RM and Latner JD. Stigma, obesity, and the health of the nation's children. *Psychological Bulletin*. 2007;133:557-580.
285. Franklin J, Denyer G, Steinbeck KS, Caterson ID and Hill AJ. Obesity and risk of low self-esteem: a statewide survey of Australian children. *Pediatrics*. 2006;118:2481-2487.
286. Mustillo S, Worthman C, Erkanli A, Keeler G, Angold A and Costello EJ. Obesity and psychiatric disorder: developmental trajectories. *Pediatrics*. 2003;111:851-859.
287. Pinhas-Hamiel O, Singer S, Pilpel N, Fradkin A, Modan D and Reichman B. Health-related quality of life among children and adolescents: associations with obesity. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2006;30:267-272.
288. Morgan PJ, Okely AD, Cliff DP, Jones RA and Baur LA. Correlates of objectively measured physical activity in obese children. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2008;16:2634-2641.
289. Krukowski RA, Smith West D, Philyaw Perez A, Bursac Z, Phillips MM and Raczynski JM. Overweight children, weight-based teasing and academic performance. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2009;4:274-280.
290. Florin TA, Shults J and Stettler N. Perception of overweight is associated with poor academic performance in US adolescents. *The Journal Of School Health*. 2011;81:663-670.
291. Wang F, Wild TC, Kipp W, Kuhle S and Veugelers PJ. L'influence de l'obésité infantile sur le développement de l'estime de soi. *Composante du produit 82-003-X au catalogue de Statistique Canada Rapports sur la santé* 2009.
292. Wardle J and Cooke L. The impact of obesity on psychological well-being. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005;19:421-440.
293. Wang F and Veugelers PJ. Self-esteem and cognitive development in the era of the childhood obesity epidemic. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2008;9:615-623.
294. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD and Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *The New England Journal Of Medicine*. 1997;337:869-873.
295. Reilly JJ and Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2011;35:891-898.
296. Bahr R and Sejersted OM. Effect of intensity of exercise on excess postexercise O<sub>2</sub> consumption. *Metabolism: Clinical And Experimental*. 1991;40:836-841.
297. Bahr R. Excess postexercise oxygen consumption--magnitude, mechanisms and practical implications. *Acta Physiologica Scandinavica Supplementum*. 1992;605:1-70.
298. Irwin ML, Yasui Y, Ulrich CM, Bowen D, Rudolph RE, Schwartz RS, Yukawa M, Aiello E, Potter JD and McTiernan A. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2003;289:323-330.
299. Stone NJ. Focus on lifestyle change and the metabolic syndrome. *Endocrinology And Metabolism Clinics Of North America*. 2004;33:493.
300. Hill JO and Wyatt HR. Role of physical activity in preventing and treating obesity. *Journal Of Applied Physiology (Bethesda, Md: 1985)*. 2005;99:765-770.
301. Kruk J. Physical activity in the prevention of the most frequent chronic diseases: an analysis of the recent evidence. *Asian Pacific Journal Of Cancer Prevention: APJCP*. 2007;8:325-338.

302. Atlantis E, Barnes EH and Singh MAF. Efficacy of exercise for treating overweight in children and adolescents: a systematic review. *International Journal Of Obesity* (2005). 2006;30:1027-1040.
303. Whitlock EA, O'Connor EP, Williams SB, Beil TL and Lutz KW. Effectiveness of weight management programs in children and adolescents. *Evidence Report/Technology Assessment*. 2008:1-308.
304. Kim Y and Lee S. Physical activity and abdominal obesity in youth. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*. 2009;34:571-581.
305. Christodoulos AD, Flouris AD and Tokmakidis SP. Obesity and physical fitness of pre-adolescent children during the academic year and the summer period: effects of organized physical activity. *Journal Of Child Health Care: For Professionals Working With Children In The Hospital And Community*. 2006;10:199-212.
306. Reinehr T and Andler W. Changes in the atherogenic risk factor profile according to degree of weight loss. *Archives Of Disease In Childhood*. 2004;89:419-422.
307. Reinehr T, de Sousa G and Andler W. Longitudinal analyses among overweight, insulin resistance, and cardiovascular risk factors in children. *Obesity Research*. 2005;13:1824-1833.
308. Doak CM, Visscher TLS, Renders CM and Seidell JC. The prevention of overweight and obesity in children and adolescents: a review of interventions and programmes. *Obesity Reviews: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2006;7:111-136.
309. McGovern L, Johnson JN, Paulo R, Hettinger A, Singhal V, Kamath C, Erwin PJ and Montori VM. Clinical review: treatment of pediatric obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *The Journal Of Clinical Endocrinology And Metabolism*. 2008;93:4600-4605.
310. Reinehr T, Kleber M and Toschke AM. Lifestyle intervention in obese children is associated with a decrease of the metabolic syndrome prevalence. *Atherosclerosis*. 2009;207:174-180.
311. Reinehr T, Schaefer A, Winkel K, Finne E, Toschke AM and Kolip P. An effective lifestyle intervention in overweight children: findings from a randomized controlled trial on "Obeldicks light". *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2010;29:331-336.
312. Borel A-L, Nazare J-A, Smith J, Alméras N, Tremblay A, Bergeron J, Poirier P and Després J-P. Visceral and not subcutaneous abdominal adiposity reduction drives the benefits of a 1-year lifestyle modification program. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2012;20:1223-1233.
313. Hansen HS, Froberg K, Hyldebrandt N and Nielsen JR. A controlled study of eight months of physical training and reduction of blood pressure in children: the Odense schoolchild study. *BMJ (Clinical Research Ed)*. 1991;303:682-685.
314. Fardy PS, White RE, Haltiwanger-Schmitz K, Magel JR, McDermott KJ, Clark LT and Hurster MM. Coronary disease risk factor reduction and behavior modification in minority adolescents: the PATH program. *The Journal Of Adolescent Health: Official Publication Of The Society For Adolescent Medicine*. 1996;18:247-253.
315. Harrell JS, McMurray RG, Bangdiwala SI, Frauman AC, Gansky SA and Bradley CB. Effects of a school-based intervention to reduce cardiovascular disease risk factors in elementary-school children: the Cardiovascular Health in Children (CHIC) study. *The Journal Of Pediatrics*. 1996;128:797-805.
316. Burke V, Milligan RA, Thompson C, Taggart AC, Dunbar DL, Spencer MJ, Medland A, Gracey MP, Vandongen R and Beilin LJ. A controlled trial of health promotion programs in 11-year-olds using physical activity "enrichment" for higher risk children. *The Journal Of Pediatrics*. 1998;132:840-848.
317. Anderssen SA, Cooper AR, Riddoch C, Sardinha LB, Harro M, Brage S and Andersen LB. Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *European Journal Of Cardiovascular Prevention And Rehabilitation: Official Journal Of The European Society Of Cardiology, Working Groups On Epidemiology & Prevention And Cardiac Rehabilitation And Exercise Physiology*. 2007;14:526-531.
318. Andersen LB, Sardinha LB, Froberg K, Riddoch CJ, Page AS and Anderssen SA. Fitness, fatness and clustering of cardiovascular risk factors in children from Denmark, Estonia and Portugal: the European Youth Heart Study. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2008;3 Suppl 1:58-66.
319. Stallmann-Jorgensen IS, Gutin B, Hatfield-Laube JL, Humphries MC, Johnson MH and Barbeau P. General and visceral adiposity in black and white adolescents and their relation with reported physical activity and diet. *International Journal Of Obesity* (2005). 2007;31:622-629.

320. Shaibi GQ, Roberts CK and Goran MI. Exercise and insulin resistance in youth. *Exercise And Sport Sciences Reviews*. 2008;36:5-11.
321. Eliakim A, Makowski GS, Brasel JA and Cooper DM. Adiposity, lipid levels, and brief endurance training in nonobese adolescent males. *International Journal Of Sports Medicine*. 2000;21:332-337.
322. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlöf A, Ortega FB, Wärnberg J and Sjöström M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2006;84:299-303.
323. Gutin B. Child obesity can be reduced with vigorous activity rather than restriction of energy intake. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2008;16:2193-2196.
324. Reilly JJ, Kelly L, Montgomery C, Williamson A, Fisher A, McColl JH, Lo Conte R, Paton JY and Grant S. Physical activity to prevent obesity in young children: cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical Research Ed)*. 2006;333:1041-1041.
325. Shalitin S, Ashkenazi-Hoffnung L, Yackobovitch-Gavan M, Nagelberg N, Karni Y, HersHKovitz E, Loewenthal N, Shtail B, Gat-Yablonski G and Phillip M. Effects of a twelve-week randomized intervention of exercise and/or diet on weight loss and weight maintenance, and other metabolic parameters in obese preadolescent children. *Hormone Research*. 2009;72:287-301.
326. Yackobovitch-Gavan M, Nagelberg N, Phillip M, Ashkenazi-Hoffnung L, HersHKovitz E and Shalitin S. The influence of diet and/or exercise and parental compliance on health-related quality of life in obese children. *Nutrition Research (New York, NY)*. 2009;29:397-404.
327. Lagarde F and LeBlanc C. Policy options to support physical activity in schools. *Canadian Journal Of Public Health Revue Canadienne De Santé Publique*. 2010;101 Suppl 2:S9-S13.
328. Naylor PJ and McKay HA. Prevention in the first place: schools a setting for action on physical inactivity. *British Journal Of Sports Medicine*. 2009;43:10-13.
329. Tremblay MS, Warburton DER, Janssen I, Paterson DH, Latimer AE, Rhodes RE, Kho ME, Hicks A, Leblanc AG, Zehr L, Murumets K and Duggan M. New Canadian physical activity guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*. 2011;36:36.
330. Tremblay MS, Leblanc AG, Janssen I, Kho ME, Hicks A, Murumets K, Colley RC and Duggan M. Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*. 2011;36:59.
331. Kesäniemi A, Riddoch CJ, Reeder B, Blair SN and Sørensen TI. Advancing the future of physical activity guidelines in Canada: an independent expert panel interpretation of the evidence. *The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*. 2010;7:41-41.
332. Organization Wh. Global recommendations on physical activity for health. 2010:58.
333. Jago R, Watson K, Baranowski T, Zakeri I, Yoo S, Baranowski J and Conry K. Pedometer reliability, validity and daily activity targets among 10- to 15-year-old boys. *Journal Of Sports Sciences*. 2006;24:241-251.
334. Tudor-Locke C, Hatano Y, Pangrazi RP and Kang M. Revisiting "how many steps are enough?". *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2008;40:S537-S543.
335. Lachance B, Pageau M and S. R. Plan d'action gouvernemental de promotion des saines habitudes de vie et de prévention des problèmes reliés au poids 2006-2012, Investir pour l'avenir. Québec, Qc : Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). 2006.
336. Vignolo M, Rossi F, Bardazza G, Pistorio A, Parodi A, Spigno S, Torrisi C, Gremmo M, Veneselli E and Aicardi G. Five-year follow-up of a cognitive-behavioural lifestyle multidisciplinary programme for childhood obesity outpatient treatment. *European Journal Of Clinical Nutrition*. 2008;62:1047-1057.
337. Wrotniak BH, Epstein LH, Paluch RA and Roemmich JN. The relationship between parent and child self-reported adherence and weight loss. *Obesity Research*. 2005;13:1089-1096.
338. Edwards C, Nicholls D, Croker H, Van Zyl S, Viner R and Wardle J. Family-based behavioural treatment of obesity: acceptability and effectiveness in the UK. *European Journal Of Clinical Nutrition*. 2006;60:587-592.
339. Oude Luttikhuis H, Baur L, Jansen H, Shrewsbury VA, O'Malley C, Stolk RP and Summerbell CD. Interventions for treating obesity in children. *The Cochrane Database Of Systematic Reviews*. 2009:CD001872.

340. Sacher PM, Kolotourou M, Chadwick PM, Cole TJ, Lawson MS, Lucas A and Singhal A. Randomized controlled trial of the MEND program: a family-based community intervention for childhood obesity. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2010;18 Suppl 1:S62-S68.
341. Eliakim A, Friedland O, Kowen G, Wolach B and Nemet D. Parental obesity and higher pre-intervention BMI reduce the likelihood of a multidisciplinary childhood obesity program to succeed--a clinical observation. *Journal Of Pediatric Endocrinology & Metabolism: JPEM*. 2004;17:1055-1061.
342. Watson PM, Dugdill L, Pickering K, Bostock S, Hargreaves J, Staniford L and Cable NT. A whole family approach to childhood obesity management (GOALS): relationship between adult and child BMI change. *Annals Of Human Biology*. 2011;38:445-452.
343. Nowicka P, Höglund P, Pietrobelli A, Lissau I and Flodmark C-E. Family Weight School treatment: 1-year results in obese adolescents. *International Journal Of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2008;3:141-147.
344. Danielsson P, Kowalski J, Ekblom Ö and Marcus C. Response of severely obese children and adolescents to behavioral treatment. *Archives Of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 2012;166:1103-1108.
345. Kolsgaard MLP, Joner G, Brunborg C, Anderssen SA, Tonstad S and Andersen LF. Reduction in BMI z-score and improvement in cardiometabolic risk factors in obese children and adolescents. The Oslo Adiposity Intervention Study - a hospital/public health nurse combined treatment. *BMC Pediatrics*. 2011;11:47-47.
346. Eliakim A, Kaven G, Berger I, Friedland O, Wolach B and Nemet D. The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents - a clinical experience. *European Journal Of Pediatrics*. 2002;161:449-454.
347. Nemet D, Barkan S, Epstein Y, Friedland O, Kowen G and Eliakim A. Short- and long-term beneficial effects of a combined dietary-behavioral-physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. *Pediatrics*. 2005;115:e443-e449.
348. Reinehr T, de Sousa G, Toschke AM and Andler W. Long-term follow-up of cardiovascular disease risk factors in children after an obesity intervention. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 2006;84:490-496.
349. McCallum Z, Wake M, Gerner B, Baur LA, Gibbons K, Gold L, Gunn J, Harris C, Naughton G, Riess C, Sanci L, Sheehan J, Ukoumunne OC and Waters E. Outcome data from the LEAP (Live, Eat and Play) trial: a randomized controlled trial of a primary care intervention for childhood overweight/mild obesity. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2007;31:630-636.
350. Cliff DP, Okely AD, Morgan PJ, Steele JR, Jones RA, Colyvas K and Baur LA. Movement skills and physical activity in obese children: randomized controlled trial. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2011;43:90-100.
351. Karner-Rezek K, Knechtel B, Fenzl M, Schlegel C, Konrad M and Rosemann T. The effects of an 8-week multicomponent inpatient treatment program on body composition and anaerobic fitness in overweight and obese children and adolescents. *International Journal Of General Medicine*. 2013;6:159-166.
352. Lazzer S, Boirie Y, Poissonnier C, Petit I, Duché P, Taillardat M, Meyer M and Vermorel M. Longitudinal changes in activity patterns, physical capacities, energy expenditure, and body composition in severely obese adolescents during a multidisciplinary weight-reduction program. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2005;29:37-46.
353. D'Hondt E, Gentier I, Deforche B, Tanghe A, De Bourdeaudhuij I and Lenoir M. Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2011;19:1999-2005.
354. Savoye M, Shaw M, Dziura J, Tamborlane WV, Rose P, Guandalini C, Goldberg-Gell R, Burgert TS, Cali AMG, Weiss R and Caprio S. Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. *JAMA: The Journal Of The American Medical Association*. 2007;297:2697-2704.
355. Savoye M, Nowicka P, Shaw M, Yu S, Dziura J, Chavent G, O'Malley G, Serrecchia JB, Tamborlane WV and Caprio S. Long-term results of an obesity program in an ethnically diverse pediatric population. *Pediatrics*. 2011;127:402-410.
356. Moens E, Braet C and Van Winckel M. An 8-year follow-up of treated obese children: children's, process and parental predictors of successful outcome. *Behaviour Research And Therapy*. 2010;48:626-633.

357. Adam S, Westenhofer J, Rudolphi B and Kraaibeek H-K. Effects of a combined inpatient-outpatient treatment of obese children and adolescents. *Obesity Facts*. 2009;2:286-293.
358. Adam S, Westenhofer J, Rudolphi B and Kraaibeek H-K. Three- and five-year follow-up of a combined inpatient-outpatient treatment of obese children and adolescents. *International Journal Of Pediatrics*. 2013;2013:856743-856743.
359. Bianchini JAA, da Silva DF, Nardo CCS, Carolino IDR, Hernandez F and Nardo N, Jr. Multidisciplinary therapy reduces risk factors for metabolic syndrome in obese adolescents. *European Journal Of Pediatrics*. 2013;172:215-221.
360. Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart J-C, James WPT, Loria CM and Smith SC, Jr. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120:1640-1645.
361. Caranti DA, de Mello MT, Prado WL, Tock L, Siqueira KO, de Piano A, Lofrano MC, Cristofalo DMJ, Lederman H, Tufik S and Dâmaso AR. Short- and long-term beneficial effects of a multidisciplinary therapy for the control of metabolic syndrome in obese adolescents. *Metabolism: Clinical And Experimental*. 2007;56:1293-1300.
362. Gentier I, D'Hondt E, Shultz S, Deforche B, Augustijn M, Hoorn S, Verlaecke K, De Bourdeaudhuij I and Lenoir M. Fine and gross motor skills differ between healthy-weight and obese children. *Research In Developmental Disabilities*. 2013;34:4043-4051.
363. Morano M, Colella D, Robazza C, Bortoli L and Capranica L. Physical self-perception and motor performance in normal-weight, overweight and obese children. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*. 2011;21:465-473.
364. D'Hondt E, Deforche B, Gentier I, De Bourdeaudhuij I, Vaeyens R, Philippaerts R and Lenoir M. A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *International Journal Of Obesity (2005)*. 2013;37:61-67.
365. Francis K and Feinstein R. A simple height-specific and rate-specific step test for children. *Southern Medical Journal*. 1991;84:169-174.
366. Dao HH, Frelut ML, Peres G, Bourgeois P and Navarro J. Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on anaerobic and aerobic aptitudes in severely obese adolescents. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*. 2004;28:870-878.
367. Spear BA, Barlow SE, Ervin C, Ludwig DS, Saelens BE, Schetzina KE and Taveras EM. Recommendations for treatment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics*. 2007;120 Suppl 4:S254-S288.
368. Borg G. *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*: Human Kinetics; 1 edition (Jan. 30 1998); 1998.
369. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S and Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal Of Applied Physiology*. 2013;113:147-155.
370. Leone M. Techniques d'évaluation et mesure de l'aptitude physique chez l'enfant (TEMAPE). *Département de kinanthropologie, Université du Québec à Montréal*, 273 pages. 2006.
371. M D and Sports cawndpg. A practice manual for professionals, 4e edition. *American dietetic association*, p 181. 2006.
372. (OPDQ) OpdddQ. Manuel de nutrition clinique en ligne. 2003.
373. DP S, KS A, CS S, SJ L and SA B. Target heart rate for the development of cardiorespiratory fitness. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 1994;26:112-116.
374. Laboratories ACoPSfCPF. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine*. 2002;166:111-117.
375. C T-L, JE W, JP R and D P. Utility of pedometers for assessing physical activity: Construct validity. *Sports Med*. 2004;34:281-291.
376. DR B, BE A, SR L, CA M, JA M and DC H. Accuracy of five electronic pedometers for measuring distance walked. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 1996;28:1071-1077.
377. DR B. Validity and reliability issues in objective monitoring of physical activity. *Res Q Exerc Sport*. 2000;71.



378. C T-L and DR B. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med.* 2004;34:1-8.
379. A B, R P and SD V. Pedometers, physical activity, and accountability. *JOPERD.* 2001;72:16-19.
380. Carrel AL, Clark RR, Peterson SE, Nemeth BA, Sullivan J and Allen DB. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Archives Of Pediatrics & Adolescent Medicine.* 2005;159:963-968.
381. Morinder G, Mattsson E, Sollander C, Marcus C and Larsson UE. Six-minute walk test in obese children and adolescents: reproducibility and validity. *Physiotherapy Research International: The Journal For Researchers And Clinicians In Physical Therapy.* 2009;14:91-104.
382. Vanhelst J, Fardy PS, Mikulovic J, Marchand F, Bui-Xuan G, Theunynck D and Beghin L. Changes in obesity, cardiorespiratory fitness and habitual physical activity following a one-year intervention program in obese youth: a pilot study. *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness.* 2011;51:670-675.
383. Geiger R, Willeit J, Rummel M, Högl W, Stübing K, Strasak A, Geiger H, Stein JI and Rauchenzauner M. Six-minute walk distance in overweight children and adolescents: effects of a weight-reducing program. *The Journal Of Pediatrics.* 2011;158:447-451.
384. Calders P, Deforche B, Verschelde S, Bouckaert J, Chevalier F, Bassle E, Tanghe A, De Bode P and Franckx H. Predictors of 6-minute walk test and 12-minute walk/run test in obese children and adolescents. *European Journal Of Pediatrics.* 2008;167:563-568.



Annexe 1

Carnet d’entraînement

Semaine : \_\_\_\_\_ Du : \_\_\_\_\_ Au : \_\_\_\_\_

Numéro d’identification \_\_\_\_\_ VIP- \_\_\_\_\_

Fiche d’entraînement

Semaine : \_\_\_\_\_ Du : \_\_\_\_\_ Au : \_\_\_\_\_

Numéro d’identification \_\_\_\_\_ VIP- \_\_\_\_\_

Date (jour/mois)	Jour de la semaine	Endroit	Entraînement cardio-vasculaire :					Activités physiques et sportives :			Motivation au cours de l’entraînement	Initiales de l’intervenant
			Type	Durée (exclue échauffement et retour au calme)	% du VO <sub>2</sub> max	Intensité (FC prescrite)	Perception de l’effort (Borg 6-20)	Type	Durée	Perception de l’effort (Borg 6-20)		
	Mardi	Pavillon Sportif		30 minutes	55 %	(FC réelle moy.)	/20		minutes	/20		
	Jeudi	Pavillon Sportif		30 minutes	55 %	(FC réelle moy.)	/20		minutes	/20		
	Samedi	Pavillon Sportif		30 minutes	55 %	(FC réelle moy.)	/20		minutes	/20		

Date (jour/mois)	Jour de la semaine	Endroit	Nombre de pas par jour :	Perception de l’effort (Borg 6-20)	Activités physiques et sportives		Perception de l’effort (Borg 6-20)	Motivation au cours de l’entraînement
					Type	Durée		
	Dimanche	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	
	Lundi	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	
	Mardi	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	
	Mercredi	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	
	Jeudi	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	
	Vendredi	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	
	Samedi	Domicile	Nombre de pas :	/20		minutes	/20	

Mardi	Entraînement cardio-vasculaire			Activité sportive	
		Objectif	Réel		
	Temps			Type	
	Distance			Durée	
	FC moyenne			Participation	
	Échelle de Borg			Échelle de Borg	
	Pause			Pause	
Jeudi	Entraînement cardio-vasculaire			Activité sportive	
		Objectif	Réel		
	Temps			Type	
	Distance			Durée	
	FC moyenne			Participation	
	Échelle de Borg			Échelle de Borg	
	Pause			Pause	
Samedi	Entraînement cardio-vasculaire			Activité sportive	
		Objectif	Réel		
	Temps			Type	
	Distance			Durée	
	FC moyenne			Participation	
	Échelle de Borg			Échelle de Borg	
	Pause			Pause	

Commentaires
Signature : _____
Signature : _____
Signature : _____